

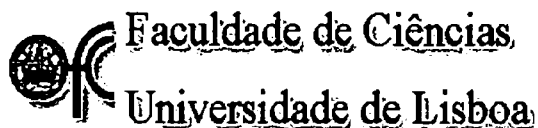
Departamento de Educação

**O ENSINO EXPERIMENTAL DAS CIÊNCIAS
E O DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS**

Paula Cristina Leite Moreira Pires

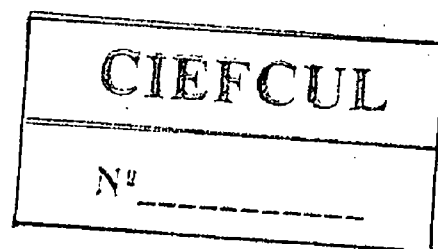
Mestrado em Educação
Didáctica das Ciências

Lisboa 2005



Departamento de Educação

**O ENSINO EXPERIMENTAL DAS CIÊNCIAS
E O DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS**



Paula Cristina Leite Moreira Pires

**Dissertação para obtenção de grau de Mestre em Educação
Didáctica das Ciências**

**Dissertação orientada por: Professora Doutora Maria das Mercês Carvalho Correia
de Sousa Ramos**

Lisboa 2005

Resumo

Com esta investigação pretendeu-se compreender em que medida, a implementação do trabalho experimental no ensino das ciências, seguindo uma metodologia próxima da metodologia usual em ciência, pode contribuir para o desenvolvimento de competências essenciais tendo em vista o desenvolvimento global do aluno.

O estudo empírico decorreu em duas turmas de alunos do 1.º ciclo de escolas de Lisboa, optando-se por um estudo de caso com recurso a análise: dos registos feitos pelos alunos durante a realização das actividades experimentais no que diz respeito à previsão, observação e explicação ou interpretação; dos inquéritos por questionário aos alunos para conhecer as suas concepções e avaliar como mobilizavam conhecimentos; entrevistas às professoras envolvidas (sobre as suas expectativas relativas ao desenvolvimento de competências e sobre a avaliação do trabalho desenvolvido); e ainda à observação dos alunos em contexto de sala de aula, enquanto decorreram as actividades experimentais. Os documentos resultantes da aplicação das técnicas de recolha de dados acima mencionadas foram submetidos a análise de conteúdo.

Embora não podendo ser generalizados, devido ao número de alunos envolvidos, os resultados mostram que, para os alunos envolvidos no estudo, as actividades experimentais realizadas seguindo uma metodologia adoptada contribuíram para o desenvolvimento: (i) de competências específicas de Estudo do Meio e de literacia científica no que diz respeito à aquisição e compreensão de conceitos e procedimentos (conhecimento substantivo e processual); (ii) de competências gerais uma vez que os alunos mobilizaram saberes para compreender a realidade; usaram adequadamente uma linguagem científica para se expressar; usaram a Língua Portuguesa para comunicar e para estruturar pensamento próprio; pesquisaram, seleccionaram e organizaram informação transformando-a em conhecimento mobilizável; realizaram actividades de forma autónoma e responsável e cooperaram com os outros em tarefas e projectos comuns.

Assim, pode considerar-se que constituem experiências de aprendizagem efectivamente significativas, possibilitando a transversalidade com outras áreas curriculares, nomeadamente a nível do desenvolvimento da comunicação oral e escrita em Língua Portuguesa e a aprendizagem em contexto de aspectos ligados à medição (nomeadamente de unidades e escalas de medida) e à elaboração de gráficos na área de Matemática

Palavras-chave: Competências; Literacia; Actividades Experimentais; Estudo do Meio; Previsão; Observação; Explicação; Transversalidade; 1.º ciclo.

Abstract

This research was aimed at understanding how the implementation of experimental work in the teaching of sciences – following a methodology that is similar to the usual scientific methodology – may contribute to the development of essential competencies targeted at the overall development of the student.

The empirical study was carried out with two classes of students from Primary Schools in Lisbon. The case study was undertaken taking into consideration the analysis: of the reports written by the students during the experimental activities that focused on forecasting, observing and explaining or interpreting; of the questionnaires answered by the students to assess their conceptions and evaluate the way they mobilize knowledge; interviews made to the teachers involved (about their expectations regarding the development of competencies and about the assessment of the work carried out); and observation of the students in the context of the classroom while the experimental activities took place. The documents that resulted from the application of the aforementioned data collection techniques were submitted to content analysis.

Although they cannot be generalized due to the number of students involved, the results show that for the students involved in this study the experimental activities carried out according to a methodology that is similar to the usual scientific practices contributed to the development of: (i) specific competencies in the subject called “Environmental Studies” and scientific literacy regarding the acquisition and understanding of concepts and procedures (substantive and procedural knowledge); (ii) general competencies, since the students mobilized knowledge to understand the reality; adequately used a scientific language to express themselves; used the Portuguese language to communicate and to structure their own reasoning; researched, selected and organized information transforming it into usable knowledge; carried out activities showing autonomy and responsibility and cooperated with others to undertake common tasks and projects.

Therefore, we may consider that these were actually significant learning experiences, that enabled the transversality with other curricular areas, namely developing oral and written communication competencies using the Portuguese Language, learning aspects that are connected with measurements (namely units and measurement scales), and drawing graphs in the area of Mathematics.

Keywords: Competencies; Literacy; Experimental Activities; Environmental Studies; Forecasting; Observation; Explanation; Transversality; Primary School.

Agradecimentos

À Professora Maria das Mercês Ramos, por ter aceite a orientação desta dissertação, pelo voto de confiança e pelo apoio prestado com os seus comentários, críticas e sugestões. Pela ajuda, pela disponibilidade ímpar e pela compreensão durante este longo trabalho.

À Professora Amália Bárrios que inicialmente aceitou a ser orientadora desta dissertação, pelo apoio e incentivo que me deu, tendo também contribuído para o desenho inicial deste estudo.

Às colegas que amavelmente fizeram parte deste estudo disponibilizando do seu tempo e do trabalho com os seus alunos para a concretização desta investigação tendo aberto as portas das suas salas de aula permitindo-me participar como observadora.

Aos alunos das escolas onde decorreu o estudo, pela simpatia com que colaboraram nas experiências de aprendizagem que lhes foram proporcionadas. Pela paciência com que efectuavam sempre os registos escritos (alguns não gostavam de escrever), respondiam às questões e participavam com empenho e entusiasmo nas actividades experimentais. Foram eles, sem dúvida os principais protagonistas que muito contribuíram para a concretização desta dissertação.

À Alice que foi uma colaboradora sempre disponível a ajudar.

À minha irmã, mãe e sobrinhas por se mostrarem sempre disponíveis e por terem ficado muitas vezes com os meus filhos.

À minha mãe pelo incentivo, apoio que sempre me deu para seguir em frente.

À mana São por me ter ajudado na transcrição de uma das entrevistas.

À Cátia pela confirmação ou infirmação de algumas das minhas traduções de inglês.

À Alice Carvalho pela amizade, pela paciência e pelos momentos de incentivo e de partilha.

Ao André e ao Diogo pela compreensão de muitos momentos de ausência, e principalmente pela colaboração e ajuda do André, por ter cuidado muitas vezes do mano.

Ao Carlos pelas correcções, comentários e sugestões.

A todos os amigos e colegas que me apoiaram e estimularam tornando possível a concretização desta dissertação.

Índice

Introdução	1
1. <i>A problemática: o ensino das Ciências no 1.º ciclo</i>	1
2. <i>Objecto de estudo: o Desenvolvimento de competências essenciais a partir da implementação do trabalho experimental do ensino das Ciências</i>	3
3. <i>O texto da dissertação</i>	5
I – O Ensino das Ciências	6
1. <i>O construtivismo – uma perspectiva actual no ensino das Ciências</i>	6
2. <i>Educação em ciência – diferentes perspectivas</i>	10
3. <i>Importância do ensino das Ciências na sociedade actual</i>	14
4. <i>Factores que dificultam a aprendizagem das Ciências</i>	16
5. <i>A implementação do ensino das Ciências é necessária, mas difícil</i>	21
6. <i>Ensinar Ciências a crianças do 1.º Ciclo, apesar de difícil, é possível?</i>	25
II. Desenvolvimento de Competências	30
1. <i>Definição de competências em educação – um problema actual</i>	30
1. 1 – Noção de competência	30
1. 2 – Competências no Currículo Nacional	38
1. 3 – Competências e objectivos – em que diferem?	39
1. 4. – Avaliação de competências	41
2. <i>Desenvolvimento de competências em Ciências</i>	44
2. 1 – As competências de Ciências no currículo	44
2. 2 – Que competências podem desenvolver as crianças do 1.º Ciclo ao trabalharem Ciências?	47
2. 3 – O que ter em conta para o desenvolvimento de competências em Ciências	49
3. <i>A aprendizagem de Ciências e o desenvolvimento de competências na área da Língua Portuguesa</i>	54
3. 1 – Desenvolver competências de Língua Portuguesa partindo das Ciências	54
3. 2 – A aprendizagem de ciência como potenciadora de uma linguagem mais elaborada	61
3. 3 – A aquisição da linguagem – algumas características	64
4. <i>A aprendizagem de ciência e o desenvolvimento de competências na área da Matemática</i>	67
4. 1 – As competências de literacia reveladas em estudos internacionais	67
4. 2 – Desenvolver competências de Matemática partindo das Ciências	69
III – Metodologia	75
1. <i>Opções Metodológicas</i>	75
2. <i>Contexto e Sujeitos do Estudo</i>	77

2. 1 – Caracterização das escolas.....	77
2. 2 – Caracterização dos sujeitos.....	78
3. <i>A Recolha de Dados</i>	82
3. 1 – Percursos da investigação	83
3. 2 – As entrevistas.....	87
3. 3 – Análise documental.....	89
3. 4 – Observação.....	94
4. <i>A Análise de Dados</i>	95
5. <i>Planificação das Actividades</i>	98
IV – Análise e Interpretação dos Dados e Resultados	101
1. <i>Instrumentos de Avaliação da homogeneidade das turmas</i>	101
1.1 – Tarefas de Shayer no início do estudo	101
1.2 – Concepções iniciais dos alunos.....	103
2. <i>Os registos das actividades, o que revelam?</i>	108
2. 1 – Previsão - «O que penso que vai acontecer»	108
2.1.1 – Aquecimento e arrefecimento dos corpos.....	108
2.1.2 – Simulação do Ciclo da Água	112
2.1.3 – Destilação.....	117
2. 2 – Descrição do observado - «O que observei»	120
2.2.1 – Dilatação/ contracção de corpos sólidos (barra metálica)	121
2.2.2 – Dilatação/ contracção de corpos líquidos (água corada)	122
2.2.3 – Dilatação/ contracção de corpos gasosos (ar).....	124
2.2.4 - Destilação	126
2. 3 – Interpretação do Observado - «Explico o que aconteceu»	128
2.3.1 – Dilatação/ contracção dos Corpos Sólidos (barra metálica)	129
2.3.2 – Dilatação/ contracção dos Corpos Líquidos (água corada)	131
2.3.4 – Simulação do Ciclo da Água – 1.ª parte	136
2.3.5 – Simulação do Ciclo da Água – 2.ª parte	138
2.3.6 – Destilação.....	140
3. <i>Instrumentos de avaliação para análise do desenvolvimento de competências (Avaliação intermédia e final)</i>	143
3. 1 – Avaliação intermédia	143
3. 2 – Avaliação Final	147
3. 3 – Tarefas de Shayer no final do estudo.....	154
V – Discussão dos Resultados	157
1. <i>Contributo do ensino das Ciências para o desenvolvimento de competências</i>	157
1. 1 – Desenvolvimento de competências gerais	157
1. 2 – Desenvolvimento de competências específicas de literacia científica.....	162
1. 3 – Desenvolvimento de competências específicas de Língua Portuguesa	165
1. 4 – Desenvolvimento de competências específicas de Matemática	167
2. <i>Reflexão sobre os resultados</i>	170
VI – Considerações Finais e Conclusões	174

1. Limitações e dificuldades do estudo	174
2. Caminhos Possíveis a Futuras Investigações	175
3. Conclusões e Considerações Finais	176
Bibliografia	181
ANEXOS.....	189
ANEXO 1 – Guião de Entrevista Inicial.....	190
ANEXO 2 – Inquérito por Questionário (Concepções Alternativas).....	193
ANEXO 3 – Actividades Experimentais – Dilatação (3.º Ano).....	196
ANEXO 4 – Inquérito por Questionário para Avaliação Intermédia (final do 3.º Ano – 1.ª fase do estudo).....	200
ANEXO 5 – Questões Colocadas pelos Alunos das duas Turmas – 4.º Ano – 2.ª fase do estudo.....	203
ANEXO 6 – Actividade Experimental de Simulação do Ciclo da Água (4.º Ano)	207
ANEXO 7 – Actividade Experimental de Destilação (4.º Ano)	211
ANEXO 8 – Inquérito por Questionário para a Avaliação Final (4.º Ano)	215
ANEXO 9 – Critérios de Classificação do Questionário Final de Avaliação de Competências (4.º Ano).....	221
ANEXO 10 – Resultados dos Itens do Questionário Final – Avaliação de Competências	227
ANEXO 11 – Guião de Entrevista Final.....	231
ANEXO 12 – Exemplos de Fichas de Registo de Actividade	235
ANEXO 13 – Exemplos de Quadros de Categorias de Análise para a Actividade de Dilatação do Ar (Corpos Gasosos)	241
ANEXO 14 – Artigo Publicado no Jornal Escolar.....	245

Índice de Quadros

Quadro 1 – Conceitos Globalizantes Transversais e Conteúdos do Programa de Estudo do Meio	46
Quadro 2 – Número de Alunos por Idade e Sexo em cada Turma	80
Quadro 3 - Distribuição dos Alunos das Turmas conforme o Grau Académico das Mães	80
Quadro 4 – Principais Momentos da Recolha de Dados de Janeiro a Julho de 2001 – 3.º Ano de Escolaridade, nas duas Turmas	83
Quadro 5 - Principais Momentos da Recolha de Dados de Setembro a Fevereiro de 2002 – 4.º Ano de Escolaridade, nas duas Turmas	85
Quadro 6 – Preponderância do Tipo de Competências de Literacia Científica Avaliadas através do Questionário Final	93
Quadro 7 – Respostas Dadas pelos Alunos Relativamente ao que Sentiam quando Tocavam na Madeira, (n A=22 e n B=22).....	104
Quadro 8 – Explicação dos Alunos para a Temperatura mais Elevada a que se Encontrava o Material, (n A=22 e n B=22)	104
Quadro 9 – Opções Assinaladas Relativamente ao que Sentiam ao Tocar nos Cabos das Colheres, (n A=22 e n B=22).....	105
Quadro 10 – Opções Assinaladas Relativamente à Temperatura das duas Colheres, (n A=22 e n B=22)	105
Quadro 11 – Respostas dos Alunos em Relação à Mistura ou Separação de Água a Temperaturas Iguais e Diferentes sem lhe Atribuir um Valor Numérico, (n A=22 e n B=22)	106
Quadro 12 – Respostas dos Alunos em Relação à Mistura ou Separação de Água a Temperaturas Iguais e Diferentes Atribuindo-lhe um Valor Numérico, (n A=22 e n B=22)	107
Quadro 13 – Categorias Definidas para as Previsões do Conceito de Dilatação em cada uma das Actividades	110
Quadro 14 – Categorias Definidas para as Previsões do Termómetro A e Termómetro B	113
Quadro 15 – Previsões dos Alunos Relativamente à Ebulição (Anterior à Simulação do Ciclo da Água), nA = 20 e nB = 22	114

Quadro 16 – Previsões dos Alunos Relativamente à Fusão, ($n_A = 24$ e $n_B = 22$)	115
Quadro 17 – Categorias Definidas para as Previsões do Conceito de Destilação	118
Quadro 18 – Categorias e Subcategorias para a Descrição do Observado para o Aquecimento dos Corpos Sólidos (Barra Metálica).....	121
Quadro 19 – Categorias e Subcategorias para a Descrição do Observado para a Dilatação/Contração dos Corpos Líquidos (água corada)	123
Quadro 20 – Categorias e Subcategorias para a Descrição do Observado para a Dilatação dos Corpos Gasosos (ar).....	124
Quadro 21 – Categorias e Subcategorias para a Descrição do Observado para a Destilação.....	127
Quadro 22 – Categorias e Subcategorias para a Interpretação dos Alunos para a Dilatação/Contração da Barra Metálica.....	130
Quadro 23 – Categorias e Subcategorias para a Interpretação dos Alunos para a Dilatação dos Corpos Líquidos (água corada).....	132
Quadro 24 – Categorias e Subcategorias para a Interpretação dos Alunos para a Dilatação dos Corpos Gasosos (ar).....	134
Quadro 25 – Categorias e Subcategorias para a Interpretação Relativa à Simulação do Ciclo da Água – 1.ª parte.....	136
Quadro 26 – Categorias e Subcategorias para a Interpretação Relativamente à Solidificação da Água Obtida da Precipitação (2.ª parte do Ciclo da Água)	139
Quadro 27 – Categorias e Subcategorias para a Interpretação Relativa à Destilação	141
Quadro 28 – Respostas dos Alunos das Turmas A e B, Relativamente à Situação A ($n_A = 19$ e $n_B = 19$)	143
Quadro 29 – Respostas dos Alunos das Turmas A e B à Situação B ($n_A = 19$ e $n_B = 19$)....	144
Quadro 30 – Respostas dos Alunos das Turmas A e B, Relativas à Situação C ($n_A = 19$ e $n_B = 19$).....	145
Quadro 31 – Respostas dos Alunos das Turmas A e B, Relativamente à Situação D ($n_A = 19$ e $n_B = 19$)	146
Quadro 32 – Relação entre as Competências Gerais e as Competências Específicas de Estudo do Meio Expressas no Currículo Nacional, que se Pretendeu que os Alunos Desenvolvessem.....	158
Quadro 33 – Especificação das Competências Específicas para a Literacia Científica que se Pretendeu Desenvolver e as Competências Específicas de Estudo do Meio	163

Índice de Figuras

Figura 1. Pedagogia por objectivos e pedagogia das competências (Barreira e Moreira, 2004, p. 18).	40
Figura 2. Definição de avaliação de Peralta (2002, p. 27).	43
Figura 3. Relação entre trabalho prático, laboratorial, experimental e de campo (Leite, 2001, p. 81).	54
Figura 4. Níveis Piagetianos, em Março de 2001, dos alunos da turma A, n A=20.	102
Figura 5. Níveis Piagetianos, em Março de 2001, dos alunos da turma B, n B=23.	102
Figura 6. Número de alunos, de cada uma das turmas n A=20 e n B=23, relativamente aos níveis Piagetianos em Março de 2001.	103
Figura 7. Distribuição da percentagem de respostas dos alunos da turma A por categoria relativamente à previsão do aquecimento dos corpos sólidos, líquidos e gasosos, (nA = 20).	110
Figura 8. Distribuição da percentagem de respostas dos alunos das duas turmas por categoria, relativamente à previsão para o termómetro A, (nA = 20 e nB = 23).	114
Figura 9. Distribuição da percentagem de respostas dos alunos das duas turmas por categoria, relativamente à previsão para o termómetro B, (nA = 20 e nB = 23).	115
Figura 10. Distribuição da percentagem de respostas dos alunos das duas turmas por categoria, relativamente à previsão para a destilação da mistura de água com anilina, (nA = 18 e nB = 21).	119
Figura 11. Distribuição da percentagem de respostas dos alunos das duas turmas por categoria e subcategoria, relativamente à descrição do que observaram na dilatação / contracção dos corpos sólidos, (nA = 20 e nB = 19).	122
Figura 12. Distribuição da percentagem de respostas dos alunos das duas turmas por categoria e subcategoria, relativamente à descrição do que observaram na dilatação/ contracção da água corada, (nA = 22 e nB = 19).	123
Figura 13. Distribuição da percentagem de respostas dos alunos das duas turmas por categoria e subcategoria relativamente à descrição do que observaram na dilatação/ contracção dos corpos gasosos (nA = 22 e nB = 19).	126
Figura 14. Distribuição da percentagem de respostas dos alunos das duas turmas por categoria e subcategoria relativamente à descrição do que observaram na destilação da água com anilina (nA = 18 e nB = 21).	128

Figura 15. Distribuição da percentagem de respostas dos alunos das duas turmas por categoria e subcategoria relativamente à interpretação da dilatação/ contracção dos corpos sólidos (barra metálica) (nA = 20 e nB = 19).	131
Figura 16. Distribuição da percentagem de respostas dos alunos das duas turmas por categoria e subcategoria relativamente à interpretação da dilatação/ contracção dos corpos líquidos (nA = 22 e nB = 19).	133
Figura 17. Distribuição da percentagem das respostas dos alunos das duas turmas pelas categorias e subcategorias relativamente à interpretação da dilatação dos corpos gasosos.	135
Figura 18. Distribuição da percentagem de respostas dos alunos das duas turmas por categoria e subcategoria relativamente à interpretação da simulação do Ciclo da Água – 1.ª parte (nA = 20 e nB = 23).	138
Figura 19. Distribuição da percentagem de respostas dos alunos das duas turmas por categoria e subcategoria relativamente às mudanças de estado – solidificação (Simulação do Ciclo da Água – 2.ª parte).	140
Figura 20. Distribuição da percentagem de respostas dos alunos das duas turmas por categoria e subcategoria relativas à destilação	142
Figura 21. Distribuição da percentagem global de todos os itens das duas turmas por níveis de desempenho	148
Figura 22. Distribuição da percentagem dos itens relativas ao conhecimento substantivo	149
Figura 23. Distribuição da percentagem dos itens relativas ao conhecimento processual	149
Figura 24. Distribuição da percentagem dos itens relativas ao raciocínio.	151
Figura 25. Distribuição da percentagem dos itens relativas à comunicação	151
Figura 26. Distribuição do número de alunos das duas turmas por intervalos de percentagem relativos ao questionário final.	153
Figura 27. Percentagem do total de pontuação obtida pela turma A, relativa ao questionário final	153
Figura 28. Percentagem do total de pontuação obtida pela turma B, relativa ao questionário final	153
Figura 29. Número de alunos, de cada uma das turmas, relativamente aos níveis Piagetianos em Janeiro de 2002.	154
Figura 30. Pontuação inicial e final obtida por cada um dos alunos da turma A.	154
Figura 31. Pontuação inicial e final obtida por cada um dos alunos da turma B.	155

Introdução

1. A problemática: o ensino das Ciências no 1.º ciclo

As orientações curriculares constantes nos Programas do 1.º ciclo do Ensino Básico contém na área de Estudo do Meio, a recomendação de que todos os alunos se devem tornar «observadores activos com capacidade para descobrir, investigar, experimentar e aprender» (DEB, 1998, p. 108), salientando a importância de serem proporcionadas aos alunos situações diversificadas de aprendizagem no meio envolvente incluindo a «realização de pequenas investigações e experiências reais na escola» (ib., id.).

Também a reorganização curricular do Ensino Básico (Decreto-Lei nº 6/ 2001), num dos seus princípios orientadores, refere o carácter obrigatório das aprendizagens experimentais no ensino das ciências, tendo este, vindo reforçar a importância, cada vez maior, que deve ser dada ao ensino experimental das ciências.

No Currículo Nacional, entre várias experiências de aprendizagem em Ciência sugeridas para a compreensão dos conhecimentos científicos, encontra-se a realização de actividades experimentais devendo dar-se oportunidade aos alunos de usarem diferentes instrumentos de observação e de medida. É sugerido, também, que no 1.º ciclo se comece com experiências simples partindo da curiosidade dos alunos ou de questões que os preocupem. Sublinha ainda que «deve haver lugar a formulação de hipóteses e previsão de resultados, observação e explicação» (Ministério de Educação/ DEB, 2001, p. 131).

As questões relacionadas com o desenvolvimento de competências têm assumido um papel de destaque ao longo dos últimos anos. A publicação de um Currículo Nacional do Ensino Básico, numa perspectiva de desenvolvimento de competências essenciais das diversas áreas curriculares em particular vem tornar o tema pertinente e actual, particularmente ao nível da organização e desenvolvimento curricular e da reconceptualização daquilo que se entende por Currículo Nacional. Neste, está claramente expresso que a passagem pela educação básica deve proporcionar a cultura geral que todos os cidadãos devem possuir através da aquisição de competências essenciais. A noção de competência adoptada no Currículo Nacional

pressupõe o desenvolvimento integrado de capacidades e de atitudes que viabilizem a utilização dos conhecimentos em situações diversas. Ao assumir-se como tal, a noção de competência «aproxima-se do conceito de literacia» (Ministério de Educação/ DEB, 2001, p. 9). E, como refere Charpak (1999) a «cidadania requer um conjunto de competências, de ferramentas intelectuais e linguísticas sem as quais alguns são menos bem representados e, portanto, “menos iguais” do que outros» (p. 102).

Após a década de 60, segundo Roldão (1994) desde o reconhecimento do «valor da ciência como a forma mais sofisticada do conhecimento humano, considerou-se que a aprendizagem da ciência devia ser fundamental para um currículo que pretendesse promover a excelência académica e a competência intelectual» (p. 61). Vários autores (Valente, 1983; Ribeiro e Ramos, 1990; Sá, 1994; Charpak, 1997; Fumagalli, 1998; Harlen, 1999; Bruner, 2001; Pereira, 2002), entre outros, têm vindo a sublinhar a importância da educação científica desde os primeiros anos de escolaridade. A aprendizagem em ciência assume-se, cada vez mais, como imprescindível na cultura de base dos cidadãos. O exercício pleno de cidadania nas sociedades ocidentais actuais, tão fortemente entrosadas na ciência e na tecnologia, passa pela literacia científica dos cidadãos.

O preconizado no Currículo Nacional para o desenvolvimento da literacia (entendida aqui como a cultura geral de base) de qualquer cidadão está, assim, em consonância com a importância dada à literacia científica, a nível internacional. Porém, a literacia científica só poderá ser desenvolvida se a Ciência for apreendida nas diferentes vertentes que a integram – a conceptual (conhecimentos), a dos procedimentos e a das atitudes. Esta é uma nova forma de perspectivar o currículo e, em geral, a inovação demora algum tempo a ser assimilada.

Sabe-se que a participação dos alunos portugueses em estudos internacionais relativos às competências e conteúdos em Ciências (SIAEP – 1991; TIMSS – 1995; PISA – 2000), têm tido resultados fracos, muito próximos dos últimos lugares como refere Ramalho (2003). Aguarda-se pelo PISA 2006 onde serão definidos níveis de proficiência para a literacia científica esperando que neste estudo, os alunos portugueses venham a revelar-se mais competentes.

Para se desenvolverem competências de literacia científica, de acordo com o Currículo Nacional, os alunos devem ser envolvidos no processo de ensino aprendizagem, através de experiências educativas diferenciadas de acordo com os interesses pessoais e de acordo com o que se passa no meio envolvente. As crianças são curiosas por natureza e estão ávidas por

conhecer o meio que as rodeia, por isso, devem ser estimuladas e orientadas na procura de respostas às suas questões. Esta procura não deverá pretender fazer das crianças pequenos cientistas mas, como defende Cachapuz (1995) numa perspectiva de literacia científica, devem ser-lhes proporcionadas experiências de aprendizagem que tenham em conta os conhecimentos das crianças, valorizando, também, os percursos numa articulação entre a aprendizagem de conceitos e o desenvolvimento de competências.

A capacidade de *aprender a aprender*, requer técnicas que desenvolvam nos alunos oportunidades de expressar e clarificar as suas ideias e, conseqüentemente, adquirir melhor compreensão dos conceitos. O enquadramento construtivista por enfatizar o papel das actividades experimentais em que os alunos devem ter oportunidade de se expressarem, testarem e modificarem as ideias pré-existentes, pareceu ser o que melhor caracteriza o processo de ensino-aprendizagem. Nesta perspectiva, a aprendizagem desenvolve-se a partir daquilo que o aluno já sabe, atribuindo importância ao que existe na sua estrutura cognitiva, através de tarefas de aprendizagem diversificadas e potenciadoras de maior desenvolvimento cognitivo.

Para que o conhecimento possa ser integrado de uma forma dinâmica e se torne promotor de mudança conceptual, é necessário que a aprendizagem seja significativa. A aprendizagem significativa envolve um processo de mudança conceptual por permitir além da adição de novas ideias, a reorganização da estrutura conceptual.

Estando a literacia científica associada a um direito de cidadania, que metodologias podem proporcionar a aprendizagem significativa em Ciências (Físico-Naturais), conduzindo ao desenvolvimento de competências essenciais e, conseqüentemente, à literacia científica dos alunos, futuros cidadãos?

Esta constitui a nossa inquietação de base e que nos levou a delinear e a preparar aquele que será o nosso objecto de estudo.

2. Objecto de estudo: o Desenvolvimento de competências essenciais a partir da implementação do trabalho experimental do ensino das Ciências

Dada a importância que é atribuída hoje ao desenvolvimento de competências nos diferentes níveis de ensino, pretendeu-se estudar a importância do ensino experimental das ciências no desenvolvimento de competências nos alunos não só específicas no âmbito das Ciências

Físico-Naturais (Estudo do Meio) mas também no desenvolvimento de competências gerais, bem como algumas competências específicas nas áreas de Língua Portuguesa e Matemática. Assim, o presente trabalho pretende ser mais uma contribuição no âmbito da implementação do ensino experimental das ciências, no 1.º Ciclo do Ensino Básico.

O desenvolvimento de competências por parte dos alunos do 1.º ciclo, realizado através do ensino experimental das ciências, constitui o ponto de partida para a presente investigação.

O objectivo deste estudo consiste, pois, em compreender em que medida a implementação do trabalho experimental do ensino das ciências, enquadrado numa metodologia globalmente seguida em ciência, pode contribuir para o desenvolvimento de competências essenciais, tendo em vista o desenvolvimento global do aluno.

Na metodologia utilizada ter-se-á em atenção aspectos como: (i) partir de um tema ou assunto do interesse dos alunos; (ii) conhecer as concepções iniciais dos alunos; (iii) problematizar a situação, por forma a que os alunos efectuem uma previsão do(s) fenómeno(s); (iv) observar e descrever o(s) fenómeno(s) ou acontecimento(s); (v) interpretar ou concluir acerca do observado; (vi) reflectir (oralmente) sobre os resultados confrontando-os com as previsões realizadas; (vii) elaborar o registo escrito dos procedimentos efectuados.

O objectivo deste estudo será atingido através do planeamento de sequências de actividades experimentais e do acompanhamento da implementação das mesmas em duas turmas do 1.º ciclo, procurando-se responder às seguintes questões:

- A realização das actividades experimentais contribui para uma maior e melhor compreensão de alguns dos fenómenos do mundo que nos rodeia?
- Em que medida, as experiências de aprendizagem, vivenciadas pelos alunos no âmbito das Ciências, contribuem para o desenvolvimento de competências gerais?
- Que competências de comunicação oral e escrita e competências na área de Matemática podem ser, eventualmente, desenvolvidas através da realização de actividades experimentais?
- Que importância é atribuída, pelos professores, à utilização de actividades experimentais no desenvolvimento de competências específicas de Estudo do Meio? Esta experiência teve alguma influência no seu desenvolvimento profissional?
- Que competências de literacia científica são desenvolvidas pelos alunos?

3. O texto da dissertação

O relatório deste estudo, para além da introdução encontra-se organizado em capítulos. Os Capítulos I e II dizem respeito à revisão de literatura e ao enquadramento teórico relativo ao ensino das ciências e ao desenvolvimento de competências. No Capítulo III são explicitados os procedimentos metodológicos pelos quais se pautou esta investigação. No Capítulo IV apresentam-se os resultados obtidos e no Capítulo V reflecte-se sobre os resultados obtidos e apresentam-se algumas conclusões.

No *Capítulo I* abordar-se-á o modelo construtivista que actualmente orienta o ensino das ciências, dando ênfase à aprendizagem significativa. Apresentar-se-ão contributos de diferentes autores sobre educação em ciência. Realçar-se-á a importância do ensino das ciências como um contributo imprescindível para o desenvolvimento individual e também do desenvolvimento da literacia científica dos cidadãos na sociedade actual e salientar-se-ão alguns factores que dificultam a aprendizagem das ciências. Referir-se-á a implementação do ensino das ciências como necessária mas, simultaneamente, difícil de realizar e, finalmente, apresentar-se-ão perspectivas de vários autores que defendem ser possível ensinar ciências a crianças do 1.º ciclo.

No *Capítulo II* far-se-á uma incursão no campo do desenvolvimento de competências, dando uma perspectiva da literatura consultada e dos contributos daí recolhidos para a elaboração deste trabalho no que diz respeito ao desenvolvimento de competências não só das Ciências, como também das áreas curriculares de Língua Portuguesa e de Matemática.

No *Capítulo III* apresentar-se-ão as opções metodológicas adoptadas bem como os métodos de recolha e tratamento de dados.

No *Capítulo IV* far-se-á a apresentação dos dados e respectiva análise, bem como a interpretação e a discussão dos resultados obtidos.

O *Capítulo V* será dedicado à reflexão acerca dos resultados obtidos e das limitações deste estudo, assim como de futuras investigações sendo apresentadas algumas considerações finais.

No final desta dissertação apresentam-se as referências bibliográficas, bem como os anexos que contém alguns exemplos quer dos instrumentos usados ao longo deste estudo, quer de alguns dos resultados.

I – O Ensino das Ciências

1. O construtivismo – uma perspectiva actual no ensino das Ciências

As perspectivas que orientam a actividade educativa têm variado muito ao longo dos tempos, pelo menos desde que a escola desempenha um papel determinante na educação dos jovens, influenciada por perspectivas filosóficas, psicológicas e/ ou sociológicas.

No presente, são as perspectivas construtivistas que orientam a actividade educativa.

Caracterizar-se-á, ainda que sucintamente e em traços gerais, a perspectiva construtivista apresentando as posições de autores que se têm debruçado sobre o assunto, aprofundando um aspecto com importância relevante para o ensino das ciências a aprendizagem significativa e que é central na teoria de assimilação de Ausubel, um psicólogo construtivista.

Passam-se em revisão perspectivas apresentadas por diversos autores que têm vindo a influenciar o discurso pedagógico relativo às Ciências.

O construtivismo tem sido o movimento predominante na educação em geral e, em particular, na pesquisa relativa ao ensino das ciências, nos últimos tempos. Os vários trabalhos de investigação por nós consultados vieram remeter-nos para a ideia da importância que é dada actualmente à construção do conhecimento dos alunos e de que esse conhecimento é activamente construído pelo aluno e não apenas transmitido pelo professor. O construtivismo é, como dizem Arceo e Rojas (2001), uma confluência de diversos enfoques «que enfatizam a existência e prevalência nos sujeitos cognitivos de processos activos na construção do conhecimento, os quais permitem explicar a génese do comportamento e da aprendizagem» (p. 428).

Coll (citado por Arceo e Rojas, 2001), afirma que a postura construtivista na educação assenta na abordagem de «diversas correntes psicológicas: o enfoque psicogenético piagetiano, a teoria dos esquemas cognitivos, a teoria ausubeliana da assimilação e a aprendizagem significativa, a psicologia sócio-cultural vigostkiana, assim como algumas teorias instrucionais, entre outras» (p. 28). Apesar dos autores destas correntes se situarem em enquadramentos teóricos distintos, a ideia principal do construtivismo, comum a estes enfoques construtivistas, é a actividade mental construtiva do aluno na realização das aprendizagens escolares. Esta perspectiva leva a conceber a aprendizagem escolar como um

processo de construção do conhecimento tendo em conta os conhecimentos prévios, provenientes de experiências vividas e o ensino como uma ajuda ao processo de construção.

Para Coll (1996) o «ensino está totalmente mediado pela actividade mental construtiva do aluno» (p. 395) uma vez que tem que ser o próprio aluno a explorar, manipular, descobrir ou a inventar e, inclusive, a ser crítico sobre tudo aquilo que ouve ou lê.

A concepção construtivista, na perspectiva de Solé e Coll (2001), defende que é na escola que os alunos aprendem e se desenvolvem, uma vez que na escola têm possibilidade de construir significados adequados sobre os conteúdos que fazem parte do currículo escolar. Porém, a aprendizagem que o aluno vai realizando «não limita a sua incidência às capacidades cognitivas, entre outras coisas, porque os conteúdos da aprendizagem, entendidos de uma forma ampla, afectam todas as capacidades; repercute-se, sim, no desenvolvimento global do aluno» (p. 23).

Este desenvolvimento e esta construção são possíveis graças ao empenhamento activo e global do aluno, à sua disponibilidade e aos seus conhecimentos prévios. O professor adopta, neste caso, um papel de mediador e de guia entre o aluno e a cultura.

Ausubel, é visto por Arceo e Rojas (2001) como um cognitivista que postula a ideia de uma reestruturação activa das percepções, ideias, conceitos e esquemas que o aluno tem na sua estrutura cognitiva realçando, desta forma, a perspectiva construtivista e interaccionista.

A grande influência de Ausubel na educação no presente é devida à teoria da assimilação que propõe para a aprendizagem. Do ponto de vista de Santos (1998), a teoria de assimilação cognitiva de Ausubel é uma explicitação e um aprofundamento do processo do desenvolvimento cognitivo proposto por Piaget assente na assimilação e na acomodação. Segundo a autora, para ambos, a assimilação consiste em incorporar uma ideia nova a conceitos já existentes. Contudo, Ausubel diverge de Piaget defendendo que a «aprendizagem significativa é específica de um conteúdo (e que) não há idade na qual todos os alunos possam lidar com abstrações secundárias em qualquer área» (Santos, 1998, p.78).

A ideia central da teoria cognitiva de assimilação de Ausubel assenta na aprendizagem significativa que resulta da actividade interactiva do aluno com os materiais.

Na sua perspectiva a aquisição dos novos significados – diferente de aprendizagem por memorização – é co-extensiva à aprendizagem significativa (Ausubel, 2003). Assim, «a aprendizagem significativa envolve a aquisição de novos significados. Estes são, por sua vez,

os produtos finais da aprendizagem significativa» (ib., p.71). Para este autor o aparecimento de novos significados no aprendiz «reflecte a acção e a finalização anteriores do processo de aprendizagem significativa» (ib., id.). Segundo Coll e Martín (2001) os significados construídos vão-se ramificando e vão ficando guardados na memória constituindo complexas redes de inter-relação de significados. A complexidade das relações estabelecidas dependerá do grau de importância que lhe foi atribuído, ou seja, de uma aprendizagem mais ou menos significativa. Estes autores referem que «quanto mais extensas, ricas e complexas forem estas relações tanto maior será o grau de capacidade significativa alcançado (...) tanto mais árdua será também a tarefa de tentar explorá-las» (p. 209).

A definição de aprendizagem significativa é referida por Coll (1996) como contendo «três elementos implicados no processo de construção do conhecimento na escola: o aluno, o conteúdo e o professor» (p. 397). A aprendizagem do aluno está assim condicionada por esta trilogia. E para que a aprendizagem seja, efectivamente, significativa deverão estar presentes duas condições: o conteúdo deve ser potencialmente significativo; o aluno deve ter uma disposição favorável para aprender, ou seja, a motivação para incorporar os novos conhecimentos e de os interrelacionar com os seus conhecimentos prévios.

Por outro lado diferentes investigações têm mostrado que «os alunos trazem para as situações de aprendizagem um leque de ideias, atitudes e competências» (Santos, 2002, p. 29). Os conhecimentos previamente adquiridos são, segundo Santos (1998), «a verdadeira pedra de toque para interiorizar e tornar compreensíveis novos significados».

Para realçar a importância dos conhecimentos prévios dos alunos, a autora, citando Ausubel, refere que «o factor singular que mais influência a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece «descubra isto e ensine-o de acordo» (p. 75) e salienta ainda a importância de se estabelecerem âncoras nos conhecimentos prévios do aluno, tornando assim a aprendizagem significativa. Novak, um dos seguidores da Teoria de Assimilação Cognitiva de Ausubel, num dos seus estudos «concluiu que os estudantes com melhores resultados eram os que chegavam à aprendizagem com uma estrutura de conhecimentos anterior bem estabelecida...» (Mintzes, Wandersee e Novak, 2000, p. 57).

Por sua vez, relativamente à aprendizagem construtiva e significativa, Pérez e Lopez (1989) sublinham a importância das experiências física e afectiva para a percepção do mundo que nos rodeia, tornando-o nosso, possuindo-o cognitivamente.

A construção do conhecimento, na escola, requer um processo de elaboração no qual o aluno necessita de seleccionar, organizar e transformar a informação que provém de inúmeras fontes, estabelecendo relações entre essa informação e os seus conhecimentos prévios. Arceo e Rojas (2001), tentando juntar o como e o porquê do ensino defendem que a ideia central na perspectiva construtivista resume-se a «ensinar a pensar e actuar sobre os conteúdos significativos e contextualizados» (p. 30). Os mesmos autores sintetizam o que é aprendizagem significativa como sendo aquela que «conduz à criação de estruturas de conhecimento mediante uma relação substantiva entre a nova informação e as ideias prévias dos alunos» (p.39).

Para estes autores, aprender um conteúdo significa que o aluno lhe atribuiu um significado construindo uma representação mental por meio de imagens ou proposições verbais ou ainda elaborando uma espécie de teoria ou modelo mental como marco explicativo do dito conhecimento. Assim, a construção de novos significados pressupõe uma mudança dos esquemas dos conhecimentos prévios através da introdução de novos elementos ou estabelecendo novas relações entre os próprios elementos (ib., id.).

Mintzes e Wandersee (2000) realçam que, para Ausubel, a essência do processo de aprendizagem significativa deriva da «incorporação substantiva, não arbitrária, não verbal, de novas ideias na estrutura de conhecimento do aluno (ou estrutura cognitiva)» (p. 52) e acrescentam que deve reunir «três critérios: o próprio material deve ter em si um significado potencial [...], o aluno deve possuir já conceitos relevantes para ancorar as novas ideias, e deve escolher voluntariamente interiorizar o novo conhecimento de um modo não arbitrário, não verbal» (ib., id.). Netto (1987) também defende a ideia de que a «aprendizagem significativa acontece quando o aprendiz trabalha com material potencialmente significativo,...» (p. 69).

Moreira e Buchweitz (1993) salientam a importância da existência prévia de conceitos subsunçores tornando-se progressivamente facilitadores da ocorrência de aprendizagem significativa. À medida que a aprendizagem se torna significativa também esses subsunçores vão ficando cada vez mais elaborados tornando-se melhores ancoradouros, ou seja, melhor fixarão as novas informações. Os mesmos autores defendem ainda que quando as crianças são pequenas adquirem conceitos através de um processo que denominam de formação de conceitos e que pressupõe «generalizações de instâncias específicas». Como tal, ao atingirem a idade escolar «a maioria das crianças já possui um conjunto adequado de conceitos que

permite a ocorrência de aprendizagem significativa» (p. 21). Acrescentam, que a formação de conceitos embora ainda ocorra ocasionalmente, «a maioria dos novos conceitos é adquirida através da assimilação, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa de conceitos» (Novak, 1977, 1981 citado por Moreira e Buchweitz, 2000, p.22).

A diferenciação progressiva, segundo Moreira e Buchweitz (1993), é um processo no qual os conceitos subsunções estão a ser constantemente elaborados, modificados, alterados, adquirindo novas significações, ou seja, progressivamente diferenciados. Sugerem que se inicie um tema pelas ideias mais gerais, mais inclusivas e que se caminhe progressivamente para as ideias e conceitos específicos, pouco inclusivos. Sugerem ainda que a abordagem de um tema não seja exclusivamente unidireccional, do geral (inclusivo) para o particular (exclusivo) mas que se façam constantes referências ao *geral*, ou seja, que se suba na hierarquia dos conceitos.

Também Jerome Bruner (outro construtivista) defende, segundo Roldão (1994), que «compreender a estrutura de um assunto significa relacioná-lo com outros assuntos de modo significativo». Critica ainda a progressão unidireccional e hierárquica do pensamento que parte do «concreto» para o «abstracto» referindo que «grande parte do processo de educação consiste em ser capaz de distanciar-se de algum modo daquilo que se sabe poder vir a reflectir-se no conhecimento de cada um» (p. 124).

Ausubel (1983, citado por Pérez e Lopéz, 1994) refere algumas vantagens da aprendizagem significativa:

- A aprendizagem adquirida mantém-se mais tempo.
- A informação incluída produz uma diferenciação progressiva de inclusores com o qual aumenta a capacidade de aprender.
- A informação que se esquece, depois de produzir-se a inclusão obliterativa, deixa sequelas no novo conceito inclusor (p.152).

A teoria de Ausubel, segundo Arceo e Rojas (2001), coloca assim a ênfase no desenvolvimento de competências de pensamento, na aprendizagem significativa e na resolução de problemas.

2. Educação em ciência – diferentes perspectivas

A ciência é considerada por Matthews (1994), como uma das grandes realizações da cultura humana. Essa realização resulta em grande parte da procura do Homem em compreender o

mundo em que vive e de tirar partido de materiais e de acontecimentos. Efectivamente, segundo Harré (1967), passamos grande parte da nossa vida a enfrentar coisas que nos acontecem e tentamos iniciar acontecimentos por conta própria. Porém, nas Ciências, dispomos de métodos sistemáticos e muito sofisticados que permitem entender os acontecimentos. «Aprender o que se deve ignorar foi quase tão importante para o desenvolvimento da ciência como aprender o que se deve considerar» (Projecto Física, 1978, p. 48). Para Bachelard (1984), as «ciências físicas e químicas, no seu desenvolvimento contemporâneo, podem ser caracterizadas epistemologicamente como domínios de pensamento que rompem nitidamente com o conhecimento vulgar» (p. 18). Pozo (2000), afirma que a construção do conhecimento científico sob o ponto de vista epistemológico, atendendo à forma como se gera ou elabora o conhecimento, parece assumir-se hoje como um processo socialmente construído a partir da elaboração de modelos para interpretar a realidade. As teorias científicas não são saberes absolutos mas antes «aproximações relativas, construções sociais que longe de “descobrir” a estrutura do mundo, ou da natureza, a constituem ou a modelam» (p. 35). Este autor considera ainda que aprender, implica transformar a mente de quem aprende, uma vez que é necessário reconstruir, a nível pessoal, os produtos e processos culturais com a finalidade de os apropriar. Assim sendo, não devem ser proporcionados aos alunos conhecimentos como se tratassem de verdades acabadas, mas que os ajudem a «construir o seu próprio ponto de vista, a sua verdade particular a partir de verdades parciais» (p. 39). Para Bachelard, citado por Lopes (1993), a «aprendizagem nunca começa, sempre continua, sempre destrói um conhecimento para construir outro» (p. 325).

Panofsky, John-Steiner e Blanchwell (1996), referem que Vygotsky vê a instrução escolar formal sobre o desenvolvimento do pensamento «como fundamentalmente diferente da aprendizagem espontânea nos contextos cotidianos [sic]». A definição de conceito espontâneo aparece então como sendo puramente denotativa por ser definida «em termos de propriedades perceptivas, funcionais ou contextuais de seu referente» e desenvolve-se no contexto das experiências quotidianas. Por seu lado, um conceito científico «implica *uma certa posição em relação a outros conceitos*, isto é, um lugar em um sistema de conceitos» (p. 245, destaques dos autores), e o seu desenvolvimento é iniciado com procedimentos analíticos e não com experiências concretas.

A chamada mudança conceptual necessária ao aluno para transpor os seus conhecimentos empíricos ou intuitivos e adquirir os conhecimentos científicos, ou seja, aprender ciência,

consiste numa tarefa de «comparar e diferenciar modelos, não de adquirir saberes absolutos e verdadeiros» (Pozo, 2000, p. 36). Este autor coloca a tónica na simulação dos fenómenos para comprovar o grau de veracidade com o que conhecemos na realidade.

Julyan e Duckworth (1999) referem que Driver observou «uma dificuldade em muitas aulas de ciências é a de que “as ligações que são aparentes a um cientista estão longe serem óbvias para um aluno. No final de contas, é a coerência que é percebida pelo aluno que é importante na aprendizagem”» (p. 86). Acrescenta ainda a sugestão de que «as ideias dos alunos são tão importantes para explorar na aula como as teorias científicas convencionais» (ib., id.). Defende que o objectivo das aulas de Ciências deveria ser de estimular um entendimento mais completo do funcionamento do mundo físico, contribuindo para tal, uma articulação não só das nossas ideias como também das ideias dos outros. Sublinha ainda que «é o aluno apenas quem faz as ligações de uma forma significativa e são estas ligações que deveriam interessar ao professor» (ib., p. 87).

Esta ideia de que a aprendizagem deve ser activa e internamente construída pelo aluno foi largamente defendida por Piaget nos seus numerosos estudos de construção de conhecimentos pelas crianças, quando descrevia o modo como estas actuavam com os objectos. O modo como a criança constrói a compreensão do funcionamento das coisas, não é significativamente distinto do modo como os adultos o fazem. «As nossas crenças acerca da maneira como o mundo funciona formam-se em torno dos significados que construímos a partir dos dados da nossa experiência». (Julyan e Duckworth, 1999, p. 87).

Para Matta (2001) os conceitos científicos constroem-se partindo dos conceitos espontâneos já adquiridos e «supõem uma rede conceptual já largamente elaborada que (...) assenta em estruturas esquemáticas construídas a partir das representações generalizadas de experiências de vida» (p. 380). Citando Vergnaud, acrescenta que «os conceitos quotidianos estão entre o sistema conceptual e o mundo dos objectos» (ib.,id). As primeiras **explicações infantis de natureza teórica** surgem num processo natural de procura de significações e evoluem, segundo a mesma autora, de uma forma idêntica às explicações teóricas na comunidade científica. Segundo Chomsky (1965, citado por Matta 2001) «na ciência, os quadros teóricos descritivos precedem as teorias explicativas e as explicações teóricas evoluem no sentido de uma maior explicitação e generalização» (p. 381).

Por outro lado, a aprendizagem subjacente à construção de conhecimentos requer, como afirma Mauri (2001), um «entendimento tanto da dimensão do conhecimento como produto

como da dimensão do conhecimento como processo, isto é, do caminho através do qual os alunos elaboram pessoalmente os seus conhecimentos» (p.83). A aprendizagem assim entendida implica não só a alteração na quantidade de informação sobre um dado assunto «como provoca, também, mudanças ao nível das suas próprias competências (aquilo que são capazes de fazer, de pensar, de compreender), na qualidade dos conhecimentos que dominam e nas suas possibilidades pessoais para continuarem a aprender» (ib., id.).

Pozo (2000) também entende a ciência como um processo e não apenas como um produto acumulado sob a forma de teorias ou modelos e afirma ser necessário transferir para os alunos esse carácter dinâmico dos saberes científicos.

A recuperação dos conhecimentos adquiridos na nossa memória também tem um carácter dinâmico e construtivo, uma vez que quando pretendemos aceder a uma informação, vem acrescida de uma interpretação pessoal. Certamente não nos iremos recordar textualmente das palavras mas conseguimos extrair da nossa memória o seu significado. O conhecimento não é uma cópia da realidade, mas existem muitas formas diferentes de interpretar os processos psicológicos implicados nessa construção. Daí que existam «diferentes alternativas teóricas que partilham pressupostos comuns com implicações bem diferenciadas para o currículo das ciências» (Pozo, 2000, p. 37).

Numa perspectiva construtivista, tomando como referência inicial as ideias que os alunos têm para uma nova aprendizagem, e que a aprendizagem depende da mudança dessas ideias, Santos (2002), citando Harlen diz-nos que na «medida em que as ideias evoluem para ideias mais 'científicas' (em conformidade com uma maior gama de fenómenos) depende do modo como tais ideias são aplicadas e testadas novas situações, isto é, do uso dos processos científicos» (p. 30). A autora acrescenta ainda que o desenvolvimento dessas ideias está dependente de os alunos as testarem e confrontarem com os novos resultados (evidência). Este processo envolve «observação, interpretação, formulação de hipóteses, levantamento de questões, comunicação, ou seja, os processos da ciência» (p.31).

Sá e Valente (1998), a propósito dos processos científicos como estratégia de desenvolvimento conceptual referem que:

Nesse processo evolutivo de mudança conceptual que supõe a sujeição de ideias das crianças à prova da evidência – manipulando-se objectos, materiais e equipamentos – têm um papel de primordial importância o nível de competências de *processos científicos*, (...) bem como, a intervenção e o confronto de ideias com

ideias alternativas de outros colegas e ideias científicas (p. 167, destaques dos autores).

Nos anos oitenta acreditava-se no modelo de mudança conceptual e que ocorria aprendizagem quando havia um *salto* descontínuo entre as ideias intuitivas e as ideias científicas (Santos, 2002 e Sá e Valente, 1998). Hoje, Santos (2002) realça que a «evolução é progressiva para ideias cada vez mais científicas... Nesse processo evolutivo de mudança conceptual é importante... o nível de competências de “processos científicos”» (p. 33). Sublinha que não considera que «a ênfase na aprendizagem dos processos seja substituta ou alternativa a uma aprendizagem do conteúdo, mas, é essencial para a sua apreensão» (p. 34). A mesma autora, referindo-se a Asoko, diz que aprender ciência «envolve componentes distintos: a aquisição de conceitos da Ciência; o desenvolver de competências científicas e processos; o apreciar a natureza da Ciência e o papel da Ciência na sociedade» (ib., p. 33).

Na opinião de Hodson (1994), o ensino da ciência consta de três aspectos principais:

- *A aprendizagem da ciência*, adquirindo e desenvolvendo conhecimentos teóricos e conceptuais.
- *A aprendizagem sobre a natureza da ciência*, desenvolvendo um entendimento da natureza e os métodos da ciência, sendo conscientes das interacções complexas entre ciência e sociedade.
- *A prática da ciência*, desenvolvendo os conhecimentos técnicos sobre a investigação científica e a resolução de problemas (p. 305, destaques do autor).

Considera-se, tal como Pozo (2000), que o sistema educativo deve formar futuros cidadãos que sejam «aprendizes mais flexíveis, eficazes e autónomos, dotados de capacidades de aprendizagem e não só de conhecimentos ou saberes específicos que costumam ser menos duradouros» (p. 39). Assim, «aprender a aprender» devia ser o ponto fulcral do sistema educativo como é assinalado em alguns estudos sobre as necessidades educativas do próximo século. O autor considera que o currículo das Ciências constitui «uma das vias através das quais os alunos devem aprender a aprender, adquirir estratégias e capacidades que lhes permitam transformar, reelaborar e em suma reconstruir os conhecimentos que recebem» (ib., id.).

3. Importância do ensino das Ciências na sociedade actual

A vida e a organização das sociedades actuais resultam, em grande medida, da Revolução Industrial ocorrida no fim do séc. XVIII e início do XIX. Ela só foi possível devido ao suporte da ciência e tecnologia e determinou alterações a diversos níveis desde o factor económico ao social, promovendo o bem-estar mas causando problemas que é necessário resolver. Por sua

vez as sociedades exigem cada vez mais progresso científico e tecnológico. Que resposta deve dar a escola aos desafios de formação para as sociedades actuais? Qual o papel da escola na educação dos cidadãos de sociedades cujo desenvolvimento se suporta na ciência e tecnologia? Que formação científica é proporcionada a todos os cidadãos? Que mais valias traz para os cidadãos a aprendizagem de ciência?

Apesar dos desenvolvimentos científicos que ocorreram no séc. XIX, é no séc. XX que sofre um desenvolvimento quase exponencial como refere Fumagalli (1998): «mais de metade dos conhecimentos que fazem parte do *corpus* de conhecimento científico actual foram produzidos na segunda metade do século XX e que, do total de cientistas que se dedicaram à pesquisa durante a história do homem, 90% viveram no mesmo período» (p.13). Este facto justifica que só a partir de 1950 a necessidade de formação científica se torna mais vincada, tornando-se, cada vez mais, uma preocupação da generalidade dos países consubstanciada em debates e reuniões a diversos níveis.

Assim, por exemplo, de uma reunião ocorrida em 1980, sob a supervisão da UNESCO, constantes no Informe Final de la Reunión de Expertos sobre la Incorporación de Ciencia y Tecnología en el Currículo de la Escuela Primaria, dimanam argumentos que apontam para a necessidade de inclusão das Ciências no currículo da escola primária. Estes são apresentados por Harlen, citada por Sá e Carvalho (1997) dos quais se refere o essencial:

- . a Ciência pode ajudar as crianças a pensar de forma lógica em relação aos acontecimentos de todos os dias e a resolver problemas práticos simples (...)
- . a Ciência e as suas aplicações tecnológicas podem ajudar a melhorar a qualidade de vida das pessoas. A Ciência e a Tecnologia constituem actividades socialmente úteis e deveremos, por isso, promover a familiarização das crianças com elas;
- . dado que o mundo tende a ser influenciado pela Ciência e Tecnologia de forma cada vez mais vincada, importa que os futuros cidadãos estejam preparados para viver nesse mundo;
- . a Ciência, quando ensinada de forma adequada, pode promover o desenvolvimento intelectual das crianças;
- . a Ciência pode favorecer aprendizagens noutras áreas curriculares, especialmente na Matemática e na Língua;
- . a escola primária é terminal para muitas crianças em muitos países sendo, por consequência, a única oportunidade que se lhes pode oferecer de explorarem o meio ambiente de forma sistemática e racional;
- . a Ciência na escola primária pode ser realmente divertida. As crianças em qualquer parte do mundo, ficam intrigadas com problemas simples, sejam eles problemas idealizados ou problemas reais identificados no mundo que os rodeia. Se o ensino das Ciências se centrar em tais problemas (...) nenhuma área curricular pode ser mais motivadora e mais estimulante para as crianças (p. 27 a 29, destaques do autor).

Sá e Carvalho, (1997)¹, corroboram a ideia de que numa sociedade em que a ciência e a tecnologia assumem tanta importância, a educação científica deve fazer parte integrante da educação básica de todos os cidadãos. Salientam também a importância das investigações realizadas por diversos psicólogos (Piaget, Bruner, Gagné, Wallon, entre outros) impulsionando uma nova visão da natureza do pensamento da criança e um novo paradigma (construtivista) da aprendizagem.

Charpak (1999) salienta a importância dos alunos descobrirem o que é a ciência através de «pesquisas sobre o que é já conhecido, a recolher e analisar dados, a propor respostas, a apoiar as suas explicações com provas e a expor os resultados obtidos». Refere ainda que «os “verdadeiros” científicos [sic] e os alunos de ciências estão virtualmente envolvidos num mesmo processo, mas não à mesma escala» (p.42).

Este autor salienta a importância de uma formação científica desde a mais tenra idade e acrescenta que para exercer o seu direito de cidadania, cada indivíduo tem que «compreender o sentido dos debates, de aprender quais as apostas em jogo, de distinguir entre dados de facto e alternativas possíveis, para efectuar escolhas» (Charpak, 1999, p. 102).

4. Factores que dificultam a aprendizagem das Ciências

Sendo a ciência um empreendimento humano cuja concretização exige um esforço de distanciamento do que parece óbvio ou, como refere Bachelard (1984), a propósito do desenvolvimento das «ciências físicas e químicas», uma ruptura com «o conhecimento vulgar», a sua compreensão não é fácil, exigindo uma iniciação adequada. Parece, por isso, pertinente inventariar algumas dificuldades identificadas pela investigação educacional.

Assim, os resultados da linha de investigação, que se denominou, das concepções alternativas, iniciada no século XX, nos anos sessenta e que se desenvolveu nos anos seguintes, tem vindo a mostrar que as ideias que os alunos trazem para as aulas de Ciências são muito importantes, pois interferem fortemente com o que se pretende que os alunos aprendam, dificultando a aprendizagem. Driver, Guesne e Tiberghien (1985) referem, por exemplo, que os sujeitos interiorizam a sua experiência de uma forma própria, em que cada aluno faz a sua leitura e interpreta os fenómenos à sua maneira, ou seja, constrói os seus próprios significados. Assim,

¹ Estes autores elaboraram uma resenha histórica, muito interessante, sobre o movimento curricular em favor da educação científica na escola primária. Outro autor, Canavarro (1999), elabora também uma resenha histórica sobre: Aprender Ciência na Escola.

«as observações que as crianças fazem e as suas interpretações das mesmas estão também influenciadas pelas suas ideias e expectativas» (p. 3). A propósito da estabilidade das ideias que as crianças possuem, Driver *et al.* (1985), dizem que é frequente os alunos não modificarem as suas ideias, apesar dos esforços dos professores no sentido de combatê-las mediante provas contra essas mesmas ideias. Os alunos podem ignorar as provas ou interpretá-las com as suas ideias antecedentes.

Já há algum tempo que não é novidade para os professores que as crianças não são tábua rasa nem meros receptores de ensino pois sabem que os alunos trazem para as aulas noções previamente adquiridas que vão influenciar, de diversas formas, o que aprendem a partir de novas experiências. Estas novas experiências incluem as observações de factos, as interpretações que efectuaram e as estratégias que os alunos utilizaram para adquirir nova informação incluindo a leitura de textos ou a experimentação. Assim, as crianças mesmo muito pequenas têm ideias sobre as coisas, e essas ideias desempenham um papel próprio nas experiências de aprendizagem. Driver *et al.* (1985) referem que autores como Ausubel, Piaget e Wallon tiveram esta noção em linha de conta, fazendo parte integrante das suas teorias. O que as crianças «são capazes de aprender depende, pelo menos em parte, “do que têm na cabeça”, bem como do contexto de aprendizagem em que se encontram» (p. 4, destaques dos autores).

As ideias prévias de que falam Driver *et al.* (1985) são também referidas por outros autores. Entre eles, Pérez (2001) indica várias expressões que equivalem a concepções alternativas como: erros conceptuais, teorias ingénuas, ciência das crianças, esquemas conceptuais alternativos, representações, pré-concepções,... Pérez (2001) conclui que a maioria dos estudos coincide basicamente numa caracterização dos conhecimentos prévios: parecem dotados de certa coerência interna; são comuns a estudantes de diferentes meios e idades; apresentam uma certa semelhança com concepções que estiveram vigentes ao longo da história do pensamento; são persistentes, pois não se modificam facilmente mediante o ensino habitual, mesmo que reiterado. Também refere que a maioria dos autores é coincidente em «considerar essas pré-concepções como fruto das experiências quotidianas das crianças» (p.38). Para Cachapuz (1993), as concepções alternativas surgem como construções alternativas a versões científicas, referindo que «ao contrário dos conceitos científicos, cuja construção tem por base uma lógica de relações, as concepções alternativas são tendencialmente elaboradas com base numa lógica de atributos» (p. 48). Cabe ao professor

conhecer os pontos de vista dos alunos para organizar o ensino de forma a que estes possam ter um papel activo na «reconstrução do seu próprio saber através de desestruturações e reestruturações sucessivas do seu conhecimento» (p. 49) e assim, transformá-lo em ponto de vista mais próximo do cientificamente aceite.

Se o conhecimento prévio dos alunos pode constituir um obstáculo à aprendizagem da ciência, poderá haver alguns outros factores que dificultem também essa aprendizagem. Assim, Bruner (citado por Roldão, 1994) recorre a um exemplo concreto para salientar a importância do significado de maturidade intelectual referindo:

Não posso dizer que compreendo hoje “Otelo” de modo mais abstracto do que aos quinze anos quando vi esta peça trágica pela primeira vez (...) Não se trata de abstracção, mas sim do sentido da complexidade que pode ocorrer em qualquer acção humana... a linguagem da educação, se pretende ser considerada um convite à reflexão e à criação de cultura, não pode assumir-se como a denominada linguagem depurada, feita de factos e de *objectividade*. Deve expressar opiniões e incentivar a contra-opinião e, durante o processo, reservar espaço para a reflexão e para a metacognição. É isto que permite que as pessoas atinjam níveis superiores, este processo de objectivação na linguagem ou na imagem o que se pensou e depois retomar e reconsiderar as questões. (p. 125).

Corroborado pelo trabalho desenvolvido por Inhelder, Bruner (1998) diz que as crianças se centram com frequência num único aspecto de um dado fenómeno, interferindo na sua compreensão. No entanto, defende que se devem usar experiências e demonstrações «que estejam em consonância com a capacidade operatória do aluno para analisar a experiência concreta» e acrescenta que «é possível elaborar métodos de ensino para ideias básicas das Ciências e da Matemática a alunos consideravelmente mais jovens que o habitual. É nessa idade que a instrução sistemática pode lançar bases dos princípios fundamentais que, mais tarde, se poderão utilizar» (p. 59).

Ao analisar vários estudos, Driver *et al.* (1985) apresentam algumas características das concepções das crianças bem como algumas implicações que podem ter no ensino das ciências.

- A tendência inicial dos alunos é basearem o seu raciocínio em características observáveis de uma situação problemática (pensamento dominado pela percepção). Ao ensinar ciências levam-se os alunos a «ver» fenómenos e situações experimentais de modo particular» como se tivessem colocado uns «óculos conceptuais» dos cientistas (ib., p. 193).

- Os alunos, frequentemente, têm apenas em consideração aspectos limitados de situações físicas particulares, focalizam a sua atenção dando importância a características que sobressaem, ou seja, quando interpretam fenómenos, os alunos não se atêm à interacção dos elementos de um sistema, mas tendem a centrar-se em aspectos limitados de uma dada situação.
- Quando os «alunos explicam as mudanças, o seu raciocínio tende a seguir uma sequência causal linear» (ib., p. 195), defendendo uma causa que produz uma cadeia de efeitos, como se tratasse de uma sequência dependente do tempo.
- Algumas das ideias das crianças têm uma amplitude de conotação distinta (conceitos científicos podem ser indiferenciados para as crianças), e aplicam-nas não do ponto de vista cientificamente mais adequado (por exemplo, as palavras ‘condutor’ e ‘isolador’ podem ser empregues tanto no sentido de ‘aquecer-se mais ou menos rapidamente’ como de ‘manter o calor ou o frio’), porque os alunos não vêem necessidade de efectuar distinções quando interpretam os factos.
- As crianças, por vezes, também utilizam ideias diferentes para interpretar situações que um cientista explicaria do mesmo modo (dependência de contexto). Por exemplo, uma criança escolheu um recipiente de alumínio para conservar a sopa quente porque ‘o alumínio conserva bem o calor’ e noutra situação, a mesma criança tinha que escolher um material onde a água se mantivesse quente durante pouco tempo, escolheu o metal porque se tratava de um ‘condutor... e o calor da água se iria pelas paredes e daí para fora’.

Mais recentemente, Matta (2001) sintetiza a opinião de diversos autores (Driver, 1990; Rodrigo, 1994; Watson, Prieto & Dillon, 1995; Weil-Barais, Lemeignan, 1990; Weil-Barais, Lemeignan & Séré 1990, entre outros) acerca das características do pensamento da criança, salientando que:

Existe um certo consenso (...) de que as **concepções** usadas para fazer predições e explicar fenómenos **mudam nos seus conteúdos e nas suas características com a idade**. Com efeito, de uma forma geral, podemos adiantar que:

- As primeiras concepções são baseadas nas características observáveis dos fenómenos (o que não é perceptível é ignorado).
- As concepções deixam de ser egocêntricas, vendo a acção do mundo como uma extensão do comportamento do sujeito, para se passar a atribuir influências causais a sistemas físicos externos.

- A princípio, existe uma tendência para interpretar os fenómenos pelas suas propriedades absolutas ou pelas características dos objectos – a interacção dos vários elementos do sistema não é considerada.
- Existe uma grande tendência para confundir a co-variação entre variáveis com relações causais (e. g. comer determinados alimentos e apanhar constipações).
- Existe uma tendência inicial para se concentrarem na transformação e não no estado de equilíbrio (e. g. se não existe movimento não existe força).
- Evoluiu-se para uma utilização da linguagem cada vez mais precisa.
- De explicações muito dependentes do contexto (e. g. para vários exemplos de um mesmo fenómeno são dadas diferentes explicações), evolui-se para explicações cada vez mais abrangentes e generalizáveis. (p. 384, destaques da autora).

Salienta também a importância dos progressos da linguagem e do pensamento na evolução da formulação de representações e de explicações. Refere que apenas na fase da adolescência é que o sujeito consegue «coordenar dados empíricos com explicações teóricas de uma forma satisfatória» (p. 382).

As noções de ordem e de causa, para Piaget (1999), não são relevantes no discurso da criança (7 a 8 anos) pautando-se por uma ausência de ordem na narração e raramente utiliza as relações causais. Quando explica, não se preocupa muito com o *como* dos acontecimentos que expõe, ou não lhes atribui razões completas. O autor diz que «a narração das crianças enfatiza os próprios acontecimentos e não as ligações de tempo (ordem) ou a causa que os unem» (p. 149).

É ainda de referir que alguns estudos mostram que «muitos erros dos alunos são iguais aos erros históricos» (Lopes, 1993, p. 327).

A este propósito, Osborne e Freyberg (citados por Santos, 1998) referem que as «semelhanças e as diferenças entre a “Ciência das crianças” e a “Ciência dos cientistas” são de importância crucial para o ensino e a aprendizagem das ciências» (p.93).

Segundo Pozo (1987), foi com Galileu que a ciência se restringiu, no âmbito de uma explicação considerada válida, ao que denominamos hoje por explicações causais, negando o valor das explicações finais, intencionais ou teológicas do pensamento Aristotélico. A revolução que se opera com Galileu na perspectiva de encarar o objecto a estudar é de alguma forma semelhante ao que sucede na evolução do pensamento infantil. Como nos diz Pozo (1987), ao longo do seu desenvolvimento, a criança vai «relegando a sua explicação animista ou antropomórfica dos fenómenos naturais em favor das explicações causais» (p.15). Se assim acontece, o professor deverá ajudar o aluno a ultrapassar as explicações animistas e

antropomórficas; se o não fizer estas poderão permanecer até ao nível do ensino superior como conclui Ramos (2001) na sua investigação, ao identificar concepções antropocêntricas relativas aos conceitos de temperatura, calor e trabalho.

Uma das metas fundamentais de qualquer currículo de Ciências “para todos” é, segundo Pozo e Crespo (2000), «promover nos alunos formas de pensamento próximas às que usam os cientistas» (p. 75). Embora existam estudos que indicam que as crianças, desde muito cedo, no pré-escolar, conseguem actuar como pequenos cientistas, explorando a natureza, experimentando com ela, conseguindo obter “ideias maravilhosas”, existem, por outro lado, estudos que são consensuais em apontar sérias limitações aos alunos, na adolescência, para utilizar formas de pensamento próximas das da ciência. No entanto, estes autores sublinham que desde muito cedo «as crianças podem implicar-se em actividades de exploração “científica” realizando tarefas próprias do pensamento científico em condições muito restritas, como formular e comprovar hipóteses» (ib., id.). Os autores acrescentam: o que acontece aos adolescentes e aos adultos é que «continuam a mostrar sérias restrições na aplicação dessas formas de pensamento quando as exigências da tarefa aumentam» (ib., id.), quer seja pelos conhecimentos científicos implicados, pela quantidade de informação ou ainda pela forma abstracta ou descontextualizada em que é costume colocar-se grande parte do conhecimento científico nas aulas. Pozo e Crespo (2000) consideram a ciência como «uma actividade intelectual muito complexa que requer capacidades intelectuais muito desenvolvidas para a sua compreensão» (ib., id.).

Muitos dos processos referenciados na aprendizagem significativa são idênticos aos processos científicos, tais como planear, interpretar, experimentar e comunicar. De Boer (citado por Miguéns, Serra, Simões e Roldão, 1997), refere a este propósito, o seguinte:

Ao conferir aos alunos o poder do conhecimento, dos métodos e atitudes científicas, a educação em ciência está a formar cidadãos mais independentes e autónomos e sobretudo capazes de continuar a aprender pela vida fora com capacidade para agir e pensar, com competências de investigação, de resolução criativa de problemas e conscientes das suas responsabilidades sociais. (p. 35)

5. A implementação do ensino das Ciências é necessária, mas difícil

A ideia de ciências para as crianças surge como diz Sá (2000):

No contexto de uma reforma, cujo objectivo era melhorar a qualidade da educação científica dos jovens e a elevação do potencial científico e tecnológico de certos

países e, por outro lado, contendo, à partida, a perspectiva de uma abordagem prática experimental (p.58).

Fumagalli (1998), refere que «em termos pedagógicos ninguém nega a importância do conhecimento científico e tecnológico no ensino básico, mas na prática das escolas parece estar ausente, continuando a valorizar-se apenas as “matérias instrumentais” (a matemática e a linguagem)» afirma ainda que «o conhecimento científico e tecnológico é subestimado de facto em nossa escola de nível fundamental², e seu ensino ocupa um lugar residual» (p.15, destaques da autora). Esta visão parece ser extensível a muitos outros países, incluindo o nosso. Sá (2000), neste sentido refere que apesar das orientações curriculares, desde 1975, recomendarem uma abordagem das Ciências no 1.º ciclo, essa abordagem tem, «ainda hoje uma expressão muito pontual e residual nas práticas lectivas em geral» (p. 58).

Depois de apontar algumas razões para a ciência não ter entrado, ainda, nas salas de aula, e de não se ter conseguido educar cientificamente os alunos, nomeadamente por falta de recursos, falta de apoios aos professores e falta de formação adequada, Valente (1983), defende, no entanto, que deve ensinar-se Ciências na escola primária porque «é necessário proporcionar à criança um frutuoso contacto com as Ciências, o qual passa por uma nova definição dos objectivos e pela organização dos meios ambientais, materiais e humanos, imprescindíveis para a sua realização» (p. 7). Considera ainda que «o envolvimento da criança nos processos científicos³, lhes facilita a aprendizagem da leitura e do cálculo» (ib., id.), principalmente no enriquecimento do «vocabulário, a sua fluência verbal, a capacidade de raciocínio lógico, a capacidade de comunicar ideias» (ib., id.).

A visão redutora do ensino é criticada por Charpak (1997). Para ele a escola «elementar deve ampliar o campo de acção e não limitar os seus esforços unicamente ao “ler, escrever e contar”» (p. 10). Apoia a ideia de se trabalharem as Ciências desde o Jardim de Infância onde a percepção do mundo pelos sentidos e a acção directa sobre o real são uma constante, permitindo à criança, desde muito cedo o contacto com a ciência, ainda que para isso demore

² A escola de ensino fundamental, na Argentina, corresponde aos primeiros seis anos de escolaridade, o que equivale ao 1.º e 2.º Ciclo em Portugal.

³ Valente (1983), atendendo ao nível etário, considera os seguintes *processos científicos* – que as crianças sejam capazes de: observar; medir; fazer estimativas; fazer previsões; comparar; classificar; sistematizar informação; experimentar; inferir; analisar; comunicar; estabelecer relações; extrair conclusões; comunicar resultados. Mais tarde poderão ir controlando «variáveis, definir operacionalmente grandezas e interpretar experiências mais complexas» (p. 8).

«o tempo necessário para recomençar diversas vezes uma experiência que suscita verdadeiro interesse nos alunos» (ib., id.).

Não se pode considerar o desenvolvimento intelectual da criança como uma sequência de acontecimentos, que se movimenta ao compasso de um preciso mecanismo de relojoaria, como diz Bruner (2001), este, responde também a influências provenientes do ambiente sobre todo o ambiente escolar. Até num nível elementar, o desenvolvimento de conceitos de ciências, não tem que seguir rigorosamente o curso natural do desenvolvimento cognitivo da criança. Também pode conduzir a sua avaliação dando-lhes simultaneamente oportunidades sugestivas e viáveis para abrir novos caminhos no seu desenvolvimento. Bruner (2001) quer com isto dizer que «a experiência demonstra que vale a pena proporcionar, à criança em idade de desenvolvimento, problemas que lhe vão abrindo caminho para novos estádios» (p. 151).

Harlen (1999), acerca do valor do ensino das ciências a nível do ensino primário, defende que a familiarização com as ideias científicas fundamentais é tão importante para o desenvolvimento da sociedade dos nossos dias como é a familiarização com os números, com as percentagens ou com as diversas formas de linguagem. Salienta, ainda, a importância de uma primeira abordagem das actividades científicas ter algum significado real e directo para as crianças assim como ter algo divertido e útil. Considera ser uma necessidade social, por parte de todas as pessoas, o desenvolvimento de técnicas gerais de procedimento bem como as especificamente científicas. Reforça, ainda, a ideia de que não se podem desenvolver nem utilizar as destrezas de procedimentos independentemente dos conceitos e dos conhecimentos.

Considerando os principais valores das Ciências no ensino primário, Harlen (1999), diz que as Ciências têm que estar presentes na educação primária porque podem: (1) contribuir para a compreensão do mundo que rodeia as crianças; (2) desenvolver formas de descobrir coisas, comprovar as ideias e utilizar as provas; (3) criar ideias que contribuam para uma posterior aprendizagem das ciências; (4) promover atitudes mais positivas e mais conscientes sobre as ciências enquanto actividade humana.

Referindo-se ao objectivo fundamental da ciência para crianças, Sá (2000), defende que os processos de exploração e de ensino-aprendizagem das ciências deverão enfatizar os «processos de construção do conhecimento e a qualidade do pensamento reflexivo em contexto social de comunicação e cooperação» (p. 59). Salienta ainda que a ciência para crianças é importante por fazer parte «da educação da criança, ou seja, do seu desenvolvimento intelectual e social» (ib., p. 60).

À questão sobre o porquê das Ciências no 1.º ciclo, o autor responde com os seguintes argumentos:

1. As actividades científicas «são um contexto privilegiado para o desenvolvimento da comunicação oral e escrita, bem como da matemática» (p.25), porque as competências básicas de leitura, escrita e o cálculo são melhor desenvolvidas quando contextualizadas noutras áreas curriculares;
2. A «educação científica precoce promove a capacidade de pensar» (p. 26) porque nesta idade, o pensamento da criança está intimamente ligado à acção, já que «*as crianças aprendem fazendo e aprendem pensando sobre o que fazem*» (id.), sem contudo se descurar as suas ideias e modelos interpretativos sobre o mundo que as rodeia.
3. O mundo moderno requer «uma educação precoce como parte integrante da educação básica» (p. 28), a ciência e tecnologia são elementos fundamentais da vida e da cultura do nosso tempo.
4. As «Ciências da Natureza são um instrumento de efectiva renovação das práticas no 1.º ciclo do ensino básico» (p. 29), propiciam uma abordagem de um ensino menos verbalista e mais centrado nas acções práticas e exploratórias sobre os objectos e seres vivos; oferecendo aos alunos a possibilidade de trabalharem em coisas que gostam, contribui para uma construção de representações do mundo que os rodeia e a aprendizagem torna-se, menos fastidiosa.

Para a mesma questão: «Por que ensinar ciências na escola fundamental?», Fumagalli, (1998), apresenta três aspectos que considera básicos:

- a) O direito das crianças de aprender Ciências – As crianças «*têm o mesmo direito que os adultos de apropriar-se da cultura elaborada pelo conjunto da sociedade para utilizá-la na explicação e na transformação do mundo que as cerca*. E apropriar-se da cultura elaborada é apropriar-se também do conhecimento científico (...) Não ensinar ciências nas primeiras idades (...) é *uma forma de discriminá-las como sujeitos sociais*» (p. 15).
- b) A escola de ensino fundamental e a distribuição social de conhecimento científico – nos modelos teóricos dos anos oitenta «a educação escolar possui um papel insubstituível como provedora de conhecimentos básicos e habilidades cognitivas e operativas necessárias para a participação na vida social e no que significa o acesso à cultura, ao trabalho, ao progresso e à cidadania» (Libaneo, citado por Fumagalli, 1998, p. 16).
- c) O valor social do conhecimento científico – «a formação científica das crianças e dos jovens deve contribuir para a formação de futuros cidadãos que sejam responsáveis pelos seus actos, tanto individuais como colectivos, conscientes e conhecedores dos riscos, mas

activos e solidários para conquistar o bem-estar da sociedade e críticos e exigentes diante daqueles que tomam as decisões (p. 18).

A efectiva implementação das Ciências na escola, tem vindo a mostrar-se uma preocupação para os investigadores. Sá (1994) dá-nos conta da insatisfação de Harlen relativamente aos esforços desenvolvidos na área das Ciências, contrastando com os resultados obtidos por parte dos alunos, «sublinhava em 1985 que, *apesar dos esforços e entusiasmo devotados à causa das Ciências na escola primária, nos últimos 20 anos, a experiência científica da maioria das crianças, no final da escola primária, é mínima*» (p. 19).

Sendo assim, a política educativa seguida por vários países desenvolvidos relativamente ao ensino das ciências foi a de adopção de medidas específicas para a introdução obrigatória do ensino das ciências nos currículos e programas do ensino básico.

Fazendo uma retrospectiva do currículo inglês, Harlen (1999), salienta que a mudança mais evidente consiste no facto das Ciências se tornarem como um tema central do currículo do ensino primário e, referindo-se a outros países, a investigadora salienta a introdução de currículos nacionais e leis de forma a garantir que todos os alunos tenham oportunidade para aprender Ciências.

Em Portugal, a alínea e) do Artigo 3.º, do Decreto-Lei n.º 6/ 2001 de 18 de Janeiro, referente à reorganização curricular, exprime explicitamente o carácter de obrigatoriedade do ensino das ciências nos três ciclos como sendo um dos princípios orientadores da organização e gestão do currículo, que se passa a citar: «valorização das aprendizagens experimentais nas diferentes áreas e disciplinas, em particular, e com carácter obrigatório, no ensino das ciências, promovendo a integração das dimensões teórica e prática». É de salientar a importância que se pretende dar ao ensino das ciências ao longo da escolaridade básica, mas coloca-se a questão: como ensinar Ciências a crianças do 1.º ciclo?

6. Ensinar Ciências a crianças do 1.º Ciclo, apesar de difícil, é possível?

O ensino das ciências no início da escolaridade foi criticado por alguns pedagogos que defendiam que «a complexidade do conhecimento científico estava muito longe da capacidade de compreensão das crianças e que, por esse motivo, não seria possível a aprendizagem das ciências durante as primeiras idades» (Fumagalli 1998, p. 14). Esta crítica resulta, segundo esta autora, de interpretações erradas das teorias psicológicas por parte de alguns pedagogos.

Aparentemente, segundo a autora, o argumento sobre a impossibilidade de ensinar Ciências a crianças nas primeiras idades, baseando-se em características do desenvolvimento cognitivo estudadas e difundidas pela psicologia genética é consistente. Primeiro, se se considerar a ciência escolar e a ciência dos cientistas, certamente que as crianças não possuem uma estrutura formal de pensamento que possibilite a compreensão das teorias científicas. Torna-se então necessário fazer a transformação ou transposição didáctica do conhecimento científico para ser transmitido no contexto escolar. Em segundo lugar a autora considera que a impossibilidade de ensinar Ciências devido à falta de pensamento formal é um falso dilema. Para a autora, o que está em causa é o lugar que é atribuído às estruturas cognitivas no processo de aprendizagem escolar. O ensino escolar não deve estar orientado para a construção de estruturas cognitivas, tendo em conta que a psicologia genética já mostrou que estas estruturas são construídas «espontaneamente na interacção do sujeito com um meio social culturalmente organizado e sem que seja necessária a intervenção da escola» (Fumagalli, 1998, p. 19).

A aquisição de conhecimentos científicos acerca de como funciona o mundo não leva necessariamente a uma compreensão de como a ciência funciona, segundo a American Association for the Advancement of Science (1993). No “Project 2061” a associação defende que para os alunos, nos primeiros anos de escolaridade, a ênfase deve ser centrada na experiência com o fenómeno natural e social levando os alunos a desfrutarem da ciência. As abstracções de todos os tipos podem gradualmente tornar os alunos mais maduros ajudando-os a desenvolver habilidades (competências) para lidar melhor com explicações complexas e abstractas.

Embora tenha havido e continue a haver várias tentativas para conceptualizar em termos de processos psicológicos o ensino e o uso do pensamento científico, Pozo e Crespo (2000), consideram que a teoria do desenvolvimento cognitivo de Piaget continua a ser a teoria mais elaborada sobre os fundamentos psicológicos da compreensão da ciência. Piaget tentou saber em que consiste a inteligência e como evolui com a idade.

As crianças, no âmbito das possibilidades das suas estruturas de pensamento, «podem adquirir conhecimentos amplos e profundos sobre o mundo que as cerca» (ib., p.20). Para isso é necessário levá-las a construir esquemas de conhecimento, isto é, a ter representações de uma parte da realidade que podem ser mais ou menos profundas, coerentes e válidas, num dado momento da sua história. Estes esquemas vão permitindo à criança «adquirir uma visão do

mundo que supere os limites do seu conhecimento quotidiano e os aproximem do conhecimento elaborado na comunidade científica» (ib., id.). Além disso, Fumagalli, (1998), defende ainda que a ciência escolar não é a ciência dos cientistas pois, há um «processo de transformação ou de transposição didáctica do conhecimento científico ao ser transmitido no contexto escolar de ensino» (p. 19). Ao referir-se a ciência escolar, a autora procura «discriminar um conhecimento escolar que, embora tome como referência o conhecimento científico, não se identifica totalmente com ele». Refere ainda, citando Weissmann, que as crianças, no nível fundamental da educação básica conseguem «ampliar e enriquecer ou, no melhor dos casos, relativizar as ideias espontâneas» (p. 20), de maneira que se aproximem da ciência escolar, mas, ainda muito afastadas da ciência dos cientistas.

As atitudes perante a ciência começam a formar-se desde muito cedo na criança, como diz Harlen citada por Miguéns *et al.* (1997). Quer se ensine Ciências quer não, essas ideias formar-se-ão logo nos primeiros anos de suas vidas. «Se essas ideias forem baseadas em observações casuais, constituirão ideias não científicas, de senso-comum. Quanto mais tempo as crianças estiverem a apropriar-se de ideias não-científicas, mais difícil será a sua modificação» (p. 43).

Também Bóo (1994) refere que é importante que as crianças, desde muito novas, realizem experiências, pois precisam de ser estimuladas e desafiadas a trabalharem o que não lhes é familiar, dentro de um contexto familiar.

Fumagalli (1998) refere que apesar da resistência ainda existente relativamente ao ensino das ciências a crianças, têm surgido, em número cada vez maior de países, movimentos e projectos (mais recentemente: Hands-on, US; La main à la pâte, França) com a finalidade de promover o ensino das ciências nos níveis mais baixos de escolaridade. Por outro lado diversos autores apoiados em correntes actuais do ensino das ciências têm vindo a fazer propostas no sentido de encontrar metodologias que permitam uma abordagem adequada das Ciências nos primeiros níveis de escolaridade.

Uma proposta metodológica, epistemologicamente fundamentada numa perspectiva construtivista, foi apresentada por Cachapuz (1995) para o ensino das ciências, onde salienta as inter-relações entre os saberes da área disciplinar e os saberes do aluno. O ensino das ciências para ajudar a promover a excelência da aprendizagem deverá ter em conta a abordagem de três vertentes complementares: «– Encarar o ensino básico das Ciências como uma forma para a literacia científica e não na lógica da formação de cientistas. (...) –

Valorizar o erro tornando-o visível. (...) – Orientar o ensino das Ciências numa perspectiva de trabalho científico.» (p. 352). Com estas três vertentes, o autor pretende chamar a atenção para a importância de se valorizar e utilizar, como pontos de partida, os saberes do aluno do dia-a-dia, ou seja, «ver as Ciências pelos olhos do aluno» (ib., id.), promovendo uma mudança conceptual e valorizando, também, os percursos numa articulação entre a aprendizagem de conceitos e o desenvolvimento de competências.

Fazendo uma abordagem da educação científica referente aos níveis etários mais baixos de escolaridade, Pereira (2002) tece algumas críticas relativas à «importância da aprendizagem de informação *versus* aprendizagem de processos investigativos e da aquisição de atitudes científicas» (p.36). Assinala a importância das teorias psicológicas de cariz construtivista que defendem que a «aprendizagem de conceitos científicos ocorre e se refina a partir das representações prévias construídas anteriormente pelas crianças e jovens, em situações formais ou informais» (p. 37). Esta autora entende que na investigação científica o ensino dos processos não pode ser encarado desligado dos conteúdos. Só é possível aprender uma metodologia científica quando a prática dos processos científicos se enquadra num contexto teórico particular. Acrescenta ainda que os educadores em ciência defendem que «os processos científicos não são passíveis de ser apreendidos efectivamente a menos que a criança esteja a abordar e a trabalhar num conteúdo específico» (Pereira, 2002, p. 38). Refere a mesma autora que a criança deve abordar o assunto partindo das ideias que possui acerca do mesmo e que, à medida que se vai familiarizando com o tema ou situação, trabalhando-o de forma concreta, fará todo o sentido desenvolver actividades práticas, onde serão usados vários processos e procedimentos de ordem científica.

Para que a educação científica a nível elementar constitua «uma base sólida para posteriores aprofundamentos» é necessário desenvolver, desde muito cedo, a educação em ciência «interligando conhecimentos teóricos, procedimentos específicos e hábitos de pensamento».

Nesta perspectiva, Pereira (2002), diz que alguns educadores defendem que:

As crianças desde o início da escolaridade formal deveriam realizar muitas actividades, experiências e pequenas investigações, mas no contexto de uma questão particular que é colocada à criança ou que esta sugere. No decurso da procura de explicações a criança deverá então ser incentivada a **reflectir e a pensar** sobre o que sabe, sobre as evidências encontradas, e deverá ser convidada a expor as suas ideias sobre essas mesmas actividades (p. 39, destaques da autora).

Num dos seus estudos que envolveu oitenta e quatro crianças, de seis anos, Novak (1981), refere como lições audiotutoriais ensinaram conceitos de ciências a crianças da escola elementar. O autor não afirma que todos, ou mesmo a maioria dos alunos tenha adquirido conceitos com a limitada instrução oferecida pelo programa audiotutorial de Ciências. O que mostra é que «a capacidade das crianças para adquirir e usar conceitos de Ciências é muito maior do que muitos educadores têm apregoado» (p. 206).

Apesar de lacunas de diversa ordem, já referidas por vários autores, os resultados mostram que, não só é possível, como é desejável o ensino das ciências desde cedo. Por um lado, pelo interesse, envolvimento e empenhamento demonstrado pela generalidade das crianças envolvidas, por outro lado, tal como evidenciam os resultados obtidos pelos alunos em diversas áreas curriculares nos vários estudos já relatados.

O objectivo da escola é, segundo Zabala (1999), a formação integral do aluno. Para isso é necessário que este tenha acesso a um ensino que vise a aprendizagem de diversos conhecimentos, habilidades técnicas e estratégias e adquira determinados comportamentos. Defende que seria impossível utilizar «estratégias didáticas ou actividades de ensino nas quais se considere que os conteúdos procedimentais são aprendidos ou podem ser aprendidos de uma maneira significativa, desvinculados dos conteúdos conceituais e atitudinais» (p. 8). Nessa perspectiva, aponta duas razões fundamentais:

- Uma está relacionada com a significância das aprendizagens, segundo a qual, o que o aluno aprende só faz sentido quando está «relacionado com todos os componentes que intervêm e que o tornam compreensível e funcional» (p. 9).
- Outra razão é uma constatação: desde que a aprendizagem não seja puramente mecânica, ela envolve sempre «componentes conceituais, procedimentais e atitudinais» (ib., id.).

Apesar do impulso crescente dado ao ensino das ciências e do reconhecimento da sua importância, a verdade é que a sua integração no currículo, visando uma formação geral dos cidadãos, tem enfrentado grandes dificuldades que se prolongam até aos nossos dias como diz Pérez (2001). Essa dificuldade aparece acrescida ao ser considerado que todo o ensino deve ser perspectivado para o desenvolvimento de competências.

II. Desenvolvimento de Competências

1. Definição de competências em educação – um problema actual

De alguns anos a esta parte o debate em torno do currículo tem centrado as suas atenções na «noção de competência e da sua pertinência no ensino», (Perrenoud, 1999 b, p. 11). As reformas curriculares de alguns sistemas de ensino em diversos países anglosaxónicos e, mais recentemente, francófonos (Bélgica, França, Quebec) têm tido, segundo este autor, como pano de fundo a abordagem pelas competências. Para Perrenoud, a «questão das competências e da relação conhecimentos-competências está no centro de um certo número de reformas curriculares em muitos países» (ib., id.).

Em Portugal, a Reorganização Curricular do Ensino Básico, estabelecida pelo Decreto-Lei n.º 6/2001, de 18 de Janeiro, pressupõe o desenvolvimento de um currículo para o ensino básico entendido como o conjunto de aprendizagens e de competências, integrando os conhecimentos, as capacidades, as atitudes e os valores, a desenvolver pelos alunos.

A implementação de um currículo com estas características impõe que se reflita sobre a noção de competência. Assim, entendeu-se ser pertinente invocar as diferentes perspectivas sobre o conceito de competência no contexto educativo, evidenciando a importância, na abordagem de um currículo nacional por competências. Dar-se-á conta da perspectiva de alguns autores sobre a diferenciação entre competências e objectivos sendo este aspecto motivo de alguma discussão e até confusão por parte de alguns professores.

1. 1 – Noção de competência

Definir *competência* é uma tarefa extremamente difícil, já que nem os especialistas deste assunto chegam a uma única e universal definição. Não existe qualquer definição consensual do conceito de competência, como afirma Perrenoud (2001): «o conceito não está estabilizado e a sua definição é controversa» (p.10). Competência é muitas vezes utilizada quer na linguagem comum, quer na literatura especializada com variados significados: *capacidade, destreza, habilidade, aptidão, performance, skill*,... Bruner (1999, citando White) diz que «competência significa aptidão ou capacidade e os sinónimos sugeridos incluem habilidade, destreza, eficiência, proficiência e perícia» (p. 147).

Querer aqui defini-la seria uma utopia da nossa parte. Apresentam-se apenas as definições formuladas por alguns autores que se debruçaram sobre o assunto.

A definição de competência em situação, dentro de um contexto particular, é vista por Le Boterf (1994), como contingente e duvidosa. Se não há competência de actuação não pode haver competência em situação. O autor explica que etimologicamente o termo competência vem do latim: *competens*, que significa *o que se adapta a*. Diz que existe “a competência de” e “a competência para”. Vê a competência como finalizada e contextualizada.

Rey (2002) aborda a problemática das competências e apresenta a perspectiva de vários autores. Assim, para Anne-Marie Drouin, «a pessoa competente é aquela “que é publicamente reconhecida como detentora desse poder ou dessa aptidão”» (ib., p.26). O conceituado linguísta Noam Chomsky define competência «como “um sistema fixo de princípios geradores”, um sistema que permite a cada um de nós produzir uma infinidade de frases providas de sentido na sua língua» (ib., id.) e que permite reconhecer de forma espontânea frases. Outra autora Viviane De Landsheere, «salienta que: “o termo ‘competência’ designa a capacidade de realizar uma determinada tarefa de forma satisfatória”» (ib., p. 34). Pierre Gillet define competência «como um sistema de conhecimentos, relativos a conceitos e procedimentos, organizados em esquemas operativos, que permitem, com respeito a uma gama de situações, a identificação de uma tarefa-problema, bem como a sua solução por meio de uma acção eficaz» (p. 35).

Ao reflectir sobre competência e saber, Rey (2002), refere que competência é mais valorizada e que «“saber” designa uma justaposição de informações» (p. 45). Este autor diz existirem dois modelos distintos da competência:

1. «A competência está ligada à consecução de uma função correspondente a uma classe de situações» (p. 42) podendo ser descrita como uma organização de comportamentos e por isso ela é específica.
2. A competência «é concebida como uma capacidade geradora suscetível [*sic*] de criar uma infinidade de condutas adequadas a uma infinidade de novas situações» (ib., id.).

Ainda, segundo Rey (2002), podem considerar-se três maneiras de pensar a competência:

1. Competência-comportamento – numa «perspectiva objectivista, inspirada por uma vontade de cientificismo ou, mais simplesmente, pela necessidade de explicitação dos

objectivos pedagógicos, a competência pode ser definida pelos comportamentos que ele engendra» (p. 47).

2. Competência-função – «se quisermos restituir aos comportamentos o seu sentido de condutas humanas, é preciso entender a competência referindo-se à sua finalidade técnico-social e, somos levados a defini-la pela sua função» (ib., id.).
3. Competência como poder do conhecimento – se incluirmos na «concepção da competência o poder que o homem [sic] tem de adaptar seus atos [sic] e suas palavras a uma infinidade de situações (...) então teremos de defini-la como um poder de geração e de adaptação de ações [sic]» (ib., id.).

Este autor considera os dois primeiros modelos próximos um do outro, em que a competência é vista como específica. Já em relação ao terceiro modelo, considera que a competência é «vista como uma potência geradora e é, por definição, transversal» (ib., p. 48).

Um dos defensores mais acérrimos do desenvolvimento de competências a partir da escola é Perrenoud que tem vindo a publicar vários trabalhos sobre o assunto e que, de certa forma, vieram também influenciar a reorganização curricular do ensino básico em Portugal.

A definição de competência para Perrenoud (1999 b) centra-se numa «capacidade de agir eficazmente em um determinado tipo de situação, apoiado em conhecimentos, mas sem limitar-se a eles» (p. 7). Assim, para fazer face a uma situação devem utilizar-se vários recursos cognitivos, entre os quais estão os conhecimentos.

Sendo assim, cabe à escola privilegiar determinadas competências? Perrenoud (2001), responde que não é por se mudar para um verbo de acção que um saber escolar e tradicional passa a definir-se como uma competência. Será necessário «explorar as relações entre competências e programas escolares actuais» (p. 33). Acrescenta que «uma parte dos saberes disciplinares ensinados na escola fora de qualquer contexto de acção será, sem dúvida e no fim de contas, mobilizada sem competências» (ib., id.). A acumulação desses saberes descontextualizados serve de base àqueles que posteriormente terão o privilégio de os aprofundar em estudos superiores ou na formação profissional, de os contextualizar e de os exercitar para resolver problemas e tomar decisões. Assim, Perrenoud (2001) refere que a triologia dos saber-fazer *LEC* (ler, escrever e contar), muito presente na escolaridade básica no século XIX, «já não está à altura das exigências da nossa época. A abordagem por competências procura simplesmente actualizá-la» (p. 35).

Já em 1986 Landsheere se referira a competências considerando-as como «os conhecimentos, os saber-fazer, os saber-ser ou, mais geralmente, os comportamentos de que o estudante deve adquirir o domínio» (p. 93). Este autor fala ainda em competências mínimas como sendo pré-requisitos quer para quem prossegue os estudos superiores, quer para a vida corrente de qualquer cidadão. Defende que existe uma tripla preocupação ao pretender-se que todos os cidadãos dominem os saberes, os saber-fazer e, se possível, os saber-ser necessários para uma autonomia pessoal e uma integração social.

A competência é vista por Le Boterf (1994), não como um estado ou um conhecimento possuído, mas como um processo. Para o autor, a competência em acção não se reduz a um saber ou a um saber-fazer. Não é assimilável a uma formação adquirida. Possuir os conhecimentos ou as capacidades não significa ser-se competente. Poder-se-á até ter as técnicas e saber as regras e não as saber aplicar no momento oportuno. Le Boterf (1994) diz que, muitas vezes, a experiência mostra que existem pessoas que possuem conhecimentos ou capacidades mas não os conseguem mobilizar de forma pertinente e em momento oportuno numa situação de trabalho. Sendo assim, Le Boterf (2005) sublinha que:

ser competente é agir igualmente com autonomia, quer dizer, ser capaz de auto-regular as suas acções, de saber não somente contar com os seus próprios meios mas procurar recursos complementares, de estar preparado para transferir, quer dizer, reintegrar as suas competências noutro contexto (p. 36).

Mandon (citado por Le Boterf, 1994) descreve competência como «saber mobilizar os seus conhecimentos e qualidades para fazer face a um dado problema; ou dito de outro modo, as competências designam os conhecimentos e as qualidades postas em situação» (p. 20).

A flexibilidade é para Le Boterf (1994), um atributo central de competência, sendo mediatizada por um conjunto de constrangimentos e de recursos. Para se ser competente, este autor diz que é preciso saber seleccionar os elementos necessários, de entre os recursos, organizá-los e aplicá-los para a realização de uma actividade profissional, para resolver um problema ou um projecto. Também diz que «*“ser competente é ter autoridade para...” e os meios de a exercer*» (p. 28, destaques do autor).

Há autores que consideram ser necessário haver alguns saberes, alguma competência para haver motivação e interesse. Bruner (1999) diz que «nós interessamo-nos por aquilo em que nos tornamos bons. Em geral, é difícil manter o interesse numa actividade, a menos que se atinja um certo grau de competência» (p. 148).

À questão controversa levantada por Perrenoud (2001): «Construir competências é virar as costas aos saberes?» (p. 29), o próprio autor responde que a oposição entre competências e saberes é ao mesmo tempo *fundamentada* e *injustificada*. Injustificada, porque grande parte das competências mobiliza saberes. Fundamentada porque ao desenvolver competências está a «tirar-se» tempo à assimilação pura de saberes. Contudo, Perrenoud (2001) considera que não existem competências sem saberes, já que a competência mobiliza saberes.

A este propósito, já em 1994 Le Boterf dizia existir uma ambiguidade entre o conceito de competência e a expressão «mobilizar as suas competências». A «competência não reside nos recursos a mobilizar (conhecimentos, capacidades...) mas na própria mobilização desses recursos. A competência é da ordem do “saber mobilizar”» (Le Boterf, 1994, p. 17).

A questão da transferência é um dos aspectos salientados por Rey (2002), ao afirmar que para que «uma competência seja digna desse nome, ela deve poder ser colocada em prática em outras situações diferentes daquela em que foi assimilada» (p.16). Sendo assim, considera que «toda a verdadeira competência é “transversal” em relação a uma ampla gama de situações» (ib., id.).

Roldão (2003), faz uma abordagem do que considera ser competente perante uma situação ao ser «capaz de mobilizar adequadamente diversos conhecimentos prévios, seleccioná-los e integrá-los adequadamente perante aquela situação (ou problema, ou questão, ou objecto cognitivo ou estético, etc.)» (p. 20). A autora defende que não importa *acumular muitos conhecimentos* se estes não forem convertidos «numa apropriação que lhes permita o uso inteligente desses conteúdos ou dessas práticas (...) de modo a transformá-las em competência. A competência, uma vez adquirida, não se esquece nem se perde (...) mas pode ampliar-se e consolidar-se sempre» (ib., p. 21).

A semelhança entre cultura e competência é vista por Roldão (2003), de uma forma, quanto a nós, bastante interessante. A cultura «é aquilo que sabemos depois de termos esquecido tudo (...) é feita das competências construídas sobre alguma coisa (conhecimentos, experiências), mas vai muito para além desses elementos e transforma-os em alguma coisa nossa, actuante, que permanece «em uso»» (ib., p. 21).

Segundo Rychen (2005), responsável pelo programa no Secretariado do projecto DeSeCo (Definição e Selecção de Competências) foi feita uma análise aos três maiores estudos sobre

competências no contexto da OCDE⁴. Este projecto, iniciado na Suíça em 1998, adoptou o conceito de competência que foi definido como «a capacidade de satisfazer com sucesso exigências complexas, ou ainda desenvolver uma determinada actividade ou tarefa» (p. 33). No entanto, o autor reforça a ideia de que esta definição «funcional ou orientada pela procura necessitou, contudo, de ser complementada por um conhecimento suplementar das competências enquanto estruturas mentais intrínsecas de aptidões, capacidades e disposições inatas do indivíduo» (ib., id.). Neste contexto, cada competência correspondia a uma «combinação de competências práticas e cognitivas inter-relacionadas, conhecimento (incluindo o conhecimento tácito), motivação, valores e ética, atitudes, emoções» (ib., p. 33 e 34). Além destas, o autor refere que há ainda outras componentes de carácter social e comportamental que, em conjunto, podem ser mobilizadas para gerar uma acção eficaz num determinado contexto particular» (ib., id.).

Realça a distinção entre competência e aptidão referindo que o termo aptidão significa a «capacidade de desempenhar uma determinada motricidade complexa e/ ou actos cognitivos com facilidade e precisão bem como a capacidade de adaptação à mudança» (Rychen, 2005, p. 34) e refere que competência é «essencialmente um sistema de acção complexo que, por seu turno envolve aptidões cognitivas, atitudes e outras componentes não cognitivas» (ib., id.).

Rychen (2005) salienta ainda o conceito de competências-chave para «designar aquelas competências que permitem que os indivíduos participem eficazmente em múltiplos contextos ou domínios sociais e que, por seu turno, contribuem para o sucesso global da vida de cada indivíduo, bem como para o bom funcionamento da sociedade» (p. 35).

Assim, Rychen (2005), refere que o projecto DeSeCo identificou nove competências-chave como sendo potencialmente relevantes para todos os indivíduos dos países da OCDE e dos países em transição e em vias de desenvolvimento:

A. Agir autonomamente

- A capacidade de defender e reivindicar os seus direitos, interesses, limitações e necessidades, e assumir as suas responsabilidades.
- A capacidade de planificar a sua vida e estabelecer objectivos e projectos pessoais.
- A capacidade de agir dentro de um cenário mais amplo/contexto alargado.

⁴ (OCDE) Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico.

B. Utilizar ferramentas interactivamente

- A capacidade de utilizar a linguagem, símbolos e texto interactivamente.
- A capacidade de utilizar o conhecimento e a informação interactivamente.
- A capacidade de utilizar a (nova) tecnologia interactivamente.

C. Funcionar em grupos socialmente heterogéneos

- A capacidade de ter um bom relacionamento com os outros.
- A capacidade de cooperar.
- A capacidade de gerir e resolver conflitos (p. 32).

A pedido da UNESCO, Alexandro Tiana fez uma reflexão sobre as competências-chave que os alunos devem possuir no século XXI e sobre a aplicação prática nos sistemas educativos. Uma conclusão a que chega Tiana (2005), prende-se com o facto que já se havia referido anteriormente e que diz respeito à polissemia do próprio conceito de competência, visível na análise que o autor fez em vários estudos semelhantes, a «imprecisão conceptual e terminológica ambígua existentes no campo das competências-chave ... encontramos termos diferentes como competências, faculdades, aptidões ou comportamentos» (p. 112).

A propósito das competências-chave, Tiana (2005) considera que, apesar da tentativa de clarificar este conceito, o projecto DeSeCo não conseguiu ainda influenciar o panorama no domínio educativo. Sublinha que é absolutamente essencial desenvolver uma tarefa conceptual inicial se se pretende «desenvolver uma abordagem consistente rumo ao desenvolvimento de competências nos sistemas educativos» (p. 113).

Relativamente às competências seleccionadas refere que há diferentes possibilidades tanto no número como na natureza das competências. Aponta como um bom exemplo, o estudo catalão (destinado a avaliar o nível de domínio das aptidões e competências específicas e a seleccionar as competências básicas a serem desenvolvidas durante a escolaridade obrigatória) que possui uma longa lista de competências definidas com precisão, detalhadas, abrangendo todos os domínios do processo de aprendizagem. Por outro lado refere que a escolha também pode recair sobre menos competências e mais vastas, tendo sido esta a abordagem de preferência dos investigadores do projecto DeSeCo, encarando a escolaridade num sentido mais geral.

Tiana (2005) apresenta ainda a sua proposta de competências-chave que são relevantes para o ensino e sistemas educativos e diz que podem ser divididas em dois grupos, correspondentes a campos educacionais diferentes.

1. Conjunto de competências curriculares que incluem «competências ligadas a actividades básicas como a comunicação com os outros, a nossa posição no mundo ou ainda a capacidade de sermos capazes de aplicar o conhecimento instrumental para construir uma nova aprendizagem» (p. 77). Competências estas que estão relacionadas com as disciplinas ou domínios de trabalho na escolaridade. Este conjunto de competências deve incluir:

- capacidade de comunicar com os outros, a nível oral e escrito, que inclui as competências básicas no domínio oral e escrito da língua materna, boa interpretação e compreensão ao nível da leitura e o domínio de, pelo menos, uma língua estrangeira (p. 77) ;
- competências matemáticas básicas de numeracia;
- literacia informática e competência ao nível dos media (meios de comunicação);
- capacidade de nos situarmos no mundo do indivíduo, que inclui o conhecimento do mundo natural e social, bem como o desenvolvimento de atitudes cívicas (p. 78).

2. Conjunto de competências extra-curriculares que apesar de serem também uma preocupação para o sistema educativo não têm feito parte do currículo escolar, embora tenham sido «recentemente reconhecidas como sendo cruciais para o desenvolvimento dos indivíduos, sendo que os currículos actuais já incluem referência às mesmas» (ib., id.). Este conjunto de competências deve incluir:

- competências metacognitivas, que incluem capacidades como a resolução de problemas, o desenvolvimento de estratégias de aprendizagem, juízo crítico e pensamento divergente;
- competências intrapessoais, que incluem a gestão da motivação e das emoções, auto-conceito e o desenvolvimento de autonomia pessoal;
- competências intrapessoais, que incluem a capacidade de nos juntarmos e funcionarmos democraticamente em grupo, a capacidade de nos relacionarmos bem com outras pessoas, a capacidade de jogar conforme as regras e, por último, gerir e resolver conflitos;
- competências posicionais, que incluem a capacidade de gerir a complexidade e lidar com a diversidade e a mudança (ib., id.).

As competências básicas dos cidadãos devem ser desenvolvidas desde muito cedo e a escola tem um papel fundamental no desenvolvimento dessas mesmas competências. Esta questão tem sido largamente debatida por vários investigadores e para além dos projectos desenvolvidos no sentido de se averiguar quais as competências a desenvolver, têm também sido reformuladas e levadas a cabo reformas educativas em diversos países, incluindo Portugal, afectando os processos de concepção e desenvolvimento curriculares.

É necessário munir os alunos das ferramentas necessárias para que, enquanto cidadãos activos e interventivos na sociedade estejam aptos a tomar decisões agir perante novas situações. É necessário formar cidadãos competentes.

1.2 – Competências no Currículo Nacional

O movimento de reorganização curricular do Ensino Básico, como refere Abrantes (2001a), «adoptou a formulação do currículo de competências como um dos seus princípios e inspirou-se em trabalhos de diversos autores. Philippe Perrenoud, não sendo o único, é um dos mais destacados» (p. 5). Este movimento procura contribuir para a construção de uma concepção de currículo mais aberta e abrangente, procurando que todos aprendam mais e de forma mais significativa.

O termo *competência* é utilizado no Currículo Nacional do Ensino Básico (Ministério de Educação/ DEB, 2001) como o conjunto «de conhecimentos, capacidades e atitudes e que pode ser entendida como saber em acção ou em uso» (p. 9). Considera-se, assim, que competência pressupõe a mobilização e activação de recursos de acordo com as situações. Assim, ao falar-se no desenvolvimento de competências deve entender-se como «o desenvolvimento integrado de capacidades e atitudes que viabilizam a utilização dos conhecimentos em situações diversas, mais familiares ou menos familiares ao aluno» (ib., id.), ou seja, próximo do conceito de *literacia* tal como consta em Ministério de Educação/ DEB (2001), é como a cultura geral que todos devem desenvolver enquanto alunos do ensino básico e que:

Pressupõe a aquisição de um certo número de conhecimentos e a apropriação de um conjunto de processos fundamentais (...) A aquisição progressiva de conhecimentos é relevante se for integrada num conjunto mais amplo de aprendizagens e enquadrada por uma perspectiva que coloca em primeiro plano o

desenvolvimento de capacidades de pensamento e de atitudes favoráveis à aprendizagem (p. 9).

No documento atrás referido, o conceito de competência não deve ser associado ao treino que visa dar respostas num dado momento ou executar tarefas previamente determinadas, mas deve antes dizer «respeito ao processo de activar recursos (conhecimentos, capacidades, estratégias) em diversos tipos de situações» (ib., id.). Neste sentido, o conceito de competência está associado ao «desenvolvimento de algum grau de autonomia em relação ao uso do saber» (ib., id.).

As competências do Currículo Nacional não devem «ser entendidas como objectivos acabados e fechados (...) mas sim como referências nacionais para o trabalho dos professores» (ib., id.), que sirvam de apoio à escolha de experiências de aprendizagem a proporcionar a todos os alunos ao longo do ensino básico.

Assim, como está expresso em Ministério de Educação/ DEB (2001), o «conhecimento científico não se adquire simplesmente pela vivência de situações quotidianas, pelos alunos» (p. 129). Torna-se então necessário, uma intervenção planeada do professor no sentido de proporcionar experiências de aprendizagem significativas de acordo com o nível etário dos alunos.

1. 3 – Competências e objectivos – em que diferem?

Apesar da existência de um currículo nacional que define as competências específicas para as diferentes disciplinas/áreas disciplinares do ensino básico, continuam a vigorar os programas, nomeadamente do 1.º Ciclo do Ensino Básico, aprovados no princípio da década de 1990 (Despacho n.º 139/ME/90, de 1 de Setembro).

A coexistência dos programas de 1.º ciclo e de um currículo nacional assente em competências é justificado por Roldão (2003), dizendo que um «percurso de aprendizagem intencional requer um «programa», sendo este «um percurso organizativo que permita alcançar a aprendizagem pretendida» (p.28). A este conjunto de aprendizagens pretendidas, a autora dá o nome de *currículo*. Torna-se então necessário um programa, um meio para alcançar os fins pretendidos.

Os programas foram concebidos de acordo com uma pedagogia por objectivos, daí que, entre professores, seja ainda discutida e por vezes confundida a utilização do conceito de *objectivo*

e o conceito de *competência*. Utilizando a definição de Roldão (2003), *objectivo* «é aquilo que pretendemos que o aluno aprenda, numa dada situação de ensino e aprendizagem, e face a um determinado conteúdo ou conhecimento» (p. 21). A autora esclarece que um *objectivo* pode ter várias formulações e pode simultaneamente apelar ao desenvolvimento ou construção de uma *competência*. Mas nem todos os *objectivos* visam a construção de uma *competência*. Roldão (2003), conclui que a «competência é, no fundo, o *objectivo* último dos vários *objectivos* que para ela contribuem» (p. 22).

Na prática, os professores continuam a estabelecer *objectivos* que pretendem que os alunos atinjam. Torna-se então necessário que se pense «em função do seu «para quê?». Com este(s) *objectivo(s)*» (ib., id.), que *competência* se pretende construir ou desenvolver com os *objectivos* delineados.

A diferença entre pedagogia por *objectivos* e pedagogia por *competências* é referida por Barreira e Moreira (2004) utilizando como fonte Christiane Bosman, François-Marie Gerard, Xavier Roegiers (2000), como se pode ver na Figura 1.

Pedagogia por objectivos	Pedagogia das competências
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Behaviorista</i> (o aluno é capaz de...) • As actividades são reduzidas a “objectivos”, rigorosamente ensinados e controlados • O aluno deve “saber-fazer” o que lhe é proposto; a resposta é por vezes única e estandardizada • Todos os alunos devem aprender um certo número de “saberes-fazer” • Todos os alunos podem alcançar os mesmos objectivos (é uma questão de tempo) • O professor assume uma postura semidirectiva, conduzindo o aluno a alcançar objectivos propostos 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Socioconstrutivista</i> (o aluno trabalha a informação e integra os saberes) • Apresentação de situações, que o aluno é incitado a analisar • A situação deve ser analisada em todas as suas dimensões • A competência caracteriza-se por ser criativa (resposta a problemas), eficaz (dá sentido aos saberes e capacidades) e integradora (toma em conta os diversos componentes) • O professor deixa de ser o protagonista, torna-se um formador (compete-lhe sustentar a aprendizagem, organizar situações complexas, inventar problemas e desafios) • O professor deve ser autónomo, criativo, animador, mais que transmissor de conhecimentos • O professor negocia projectos com os alunos (pedagogia diferenciada)

Figura 1. Pedagogia por objectivos e pedagogia das competências (Barreira e Moreira, 2004, p. 18).

1. 4. – Avaliação de competências

Após terem sido apresentadas as diferenças entre competências e objectivos e ter sido referida a importância de uma pedagogia centrada no desenvolvimento de competências, tem sentido que se interrogue sobre como avaliar competências.

Considerando, tal como refere Weiss, citado por Pinto (2003), que a avaliação está organizada em dois grandes eixos:

o administrativo, que engloba as modalidades e processos de avaliação com objectivos de gestão e regulação do sistema de ensino; e o eixo pedagógico que engloba as modalidades e processos de avaliação com fins claramente pedagógicos, isto é, contributivos para a melhoria do ensino e das aprendizagens (p. 3).

Atendendo ao contexto deste trabalho, centrar-se-á no eixo pedagógico. O Artigo 12.º, do Decreto-Lei n.º 6/ 2001, referente à avaliação das aprendizagens é bem claro relativamente à perspectiva oficial: «A avaliação constitui um processo regulador das aprendizagens, orientador do percurso escolar e certificador das diversas aquisições realizadas pelo aluno ao longo do ensino básico».

A avaliação, segundo Abrantes (2001b), envolve «interpretação, reflexão, informação e decisão sobre os processos de ensino e aprendizagem, tendo como principal função ajudar a promover ou melhorar a formação dos alunos» (p. 46). Aponta alguns princípios nos quais a avaliação se deve basear. Destes, salienta-se o que tem a ver com a «consistência dos procedimentos de avaliação relativamente aos objectivos curriculares e às formas de trabalho efectivamente desenvolvidas com os alunos» (ib., id.), e o que realça o carácter essencial formativo da avaliação, que deve ser igualmente de carácter positivo, devendo para isso assinalar os aspectos que devem ser melhorados, bem como as formas de conseguir ultrapassar essas dificuldades, tendo por base os interesses e aptidões dos alunos.

O preconizado é geral, como transpô-lo quando a pedagogia seguida se centra no desenvolvimento de competências?

A abordagem por competências na escola tem, segundo Perrenoud (1999 a), efeitos benéficos relativamente à avaliação, facilitando-a e tornando-a «lúcida e cooperativa» (p. 166). Este autor diz que «não se pode desenvolver e avaliar competências que, colocando os alunos frente a situações complexas, nas quais tentam mobilizar suas aquisições, façam com que percebam seus limites e sejam incitados a ultrapassá-los, trabalhando a partir dos obstáculos»

(ib., id.). Perrenoud (1999 a) conclui que «enquanto a escola der tanto peso à aquisição de conhecimentos descontextualizados e tão pouco à transferência e à construção de competências, toda a avaliação correrá o risco de se transformar em um concurso de excelência» (p. 168).

Mas que processos utilizar – observação directa ou indirecta dos alunos na realização de actividades? Que instrumentos utilizar? Como e quando deverá ser efectuada essa avaliação?

Baseando-se na sua experiência quotidiana e em numerosas investigações, Roldão (2003), critica a forma de avaliação preconizada por muitos docentes, ligada à dimensão de *classificação* aliada a conceitos como julgar, sancionar. No entender da autora, avaliar «é um conjunto organizado de processos que visam (1) o acompanhamento regulador de qualquer aprendizagem pretendida, e que incorporam, por isso mesmo (2) a verificação da sua consecução» (p. 41). Mas, para avaliar é necessário criar «mecanismos de acompanhamento do processo para o ir entendendo, acertando e reorientando no sentido desejado» (ib., id.). Assim, os instrumentos ou tarefas de avaliação que pretendem avaliar competências, não devem incidir directamente sobre tópicos do programa, mas «apelam aos saberes fazer e saberes pensar que se espera tenham resultado da aprendizagem nessas duas áreas curriculares e estruturantes» (Roldão, 2003, p. 52). Esta autora diz ainda que se avalia (vê) o domínio de uma competência como «uma resultante de um processo complexo que só se actualiza e viabiliza em contexto ou situação – seja ela uma acção observável ou uma operação mental detectável pela sua expressão em actos, raciocínios, palavras ou relações, contextualmente mobilizadas» (Roldão, 2003, p. 57).

Neste sentido, avaliar competências é, segundo Alonso (2002), o mesmo que: «apreciar a capacidade dos alunos para resolver problemas mais ou menos complexos, em que tenham que mobilizar conhecimentos, procedimentos e atitudes (seja a nível disciplinar ou transversal), implica uma mudança substancial, tanto na forma de organizar os contextos de avaliação como na procura dos dispositivos metodológicos mais adequados (p. 22)». Segundo a mesma autora, é necessário diversificar e diferenciar «os processos de ensino-aprendizagem (metodologias, interacção pedagógica, formas de agrupamento, organização do espaço e do tempo, materiais...) é o caminho imprescindível para poder promover o desenvolvimento de competências, o que requer também diversificar os contextos e formas de avaliação (ib., p. 23)».

Também Peralta (2002) reflectiu sobre como avaliar competência(s), chegando, segundo a autora, como revela através da Figura 2, a uma definição que considera muito geral e, aparentemente consensual de avaliação:

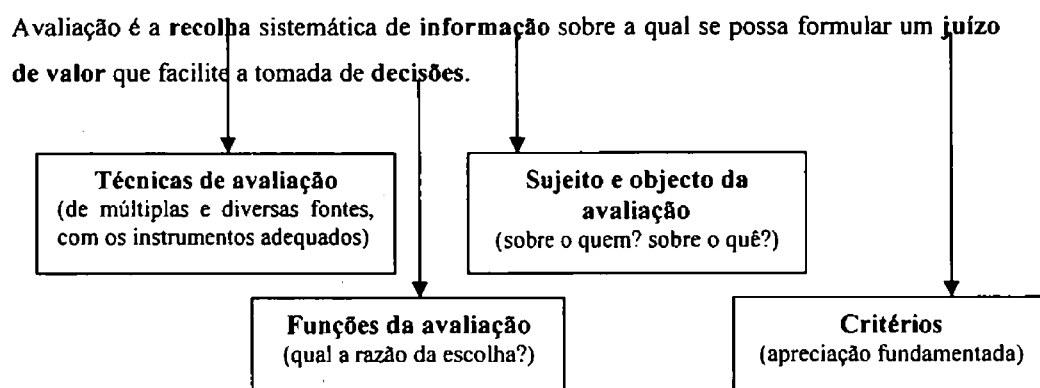


Figura 2. Definição de avaliação de Peralta (2002, p. 27).

A ideia de avaliar competências complexas tendo em consideração não só os saberes e os saberes-fazer mas também a sensibilidade, opinião e afectividade do aluno implica, por isso, «o agir em situação mobilizando, nessa acção, de forma integrada e equilibrada, conhecimentos, capacidades, procedimentos e atitudes, para se tornar competência demonstrada (ib., p. 29)». Assim sendo, para avaliar uma actuação competente implica haver uma situação permitindo observar o modo como é enfrentada.

Assim, Peralta (2002) considera haver três acepções para avaliar competência

- 1.^a Avalia-se pela «exposição indirecta do aluno à resposta a questões pontuais que nos indicam o que sabe, em relação ao que tínhamos previsto que soubesse» (p. 30) (para esta recolha de informação deve utilizar-se, de preferência, instrumentos de carácter mais fechados, com itens objectivos).
- 2.^a Avalia-se por «processos ecléticos que medeiam entre a utilização de instrumentos fechados e abertos» (ib., id.).
- 3.^a Avalia-se directamente através da «observação do agir em situação, do recurso a estratégias diversificadas e a procedimentos adequados, do rigor e consistência dos conhecimentos mobilizados» (ib., p. 31).

A avaliação de competências é aqui entendida como parte integrante de um processo regulador de ensino e aprendizagem e requer o uso de instrumentos de recolha de informação

adequados. A informação deve ser analisada e servir como ponto de reflexão quer para o professor quer para reorientar o aluno com vista ao desenvolvimento de competências.

2. Desenvolvimento de competências em Ciências

A educação científica, como diz Canavarro (1999), deve «adaptar-se às exigências da sociedade, permitir aos indivíduos pensar e agir de forma independente» (p. 89). Para isso, «deve apresentar ideias novas e treinar competências de investigação como forma a permitir-lhes a auto-regulação das aprendizagens, a satisfação pessoal e a responsabilização social» (ib., id.).

À semelhança de outros países, em Portugal também se definiram competências para o ensino das ciências. No Currículo Nacional do Ensino Básico, ao nível do 1.º ciclo, o desenvolvimento de competências em Ciências contextualizam-se na área curricular disciplinar de Estudo do Meio e ainda no contexto das disciplinas de História, Geografia, Ciências Físicas e Naturais e Educação Tecnológica.

2. 1 – As competências de Ciências no currículo

A área de Estudo do Meio aponta para que os alunos tenham acesso a diversas «experiências de aprendizagem que promovam o desenvolvimento de competências específicas» (DEB, 2001, p. 75). As experiências de aprendizagem devem envolver «a resolução de problemas, a concepção e o desenvolvimento de projectos e a realização de actividades investigativas» (p. 78). Neste documento é considerado que as experiências de aprendizagem impliquem e potenciem situações e vivências: de trabalho individual, de trabalho cooperativo, de utilização das TIC em situações diversas, em situações variadas de comunicação bem como em situações variadas de intervenção no Meio. Considera ainda que «dos conhecimentos, capacidades e atitudes resultarão competências: de saber (conhecimentos cognitivos), de saber-fazer (observações, consulta de mapas, localização, interpretação de códigos, métodos de estudo...) e saber-ser (respeito pelo património, defesa do ambiente, manifestações de solidariedade...)» (ib., id.).

Há «necessidade de consciencializar a criança acerca da realidade em que vive, preparando-a para compreender e intervir nessa realidade (...) levar a criança a adquirir o sentido da relação

homem/meio, e a compreender as suas implicações nas vivências sociais, económicas e culturais dos indivíduos e das sociedades» (Roldão, 1995, p. 27).

A área de Estudo do Meio é, no entender de Roldão (1995), promotora do desenvolvimento integral do aluno nas múltiplas dimensões da sua identidade pessoal e social, por lhe permitir o contacto com muitas áreas temáticas proporcionando o desenvolvimento de:

- compreensão de realidades e contextos socionaturais (...);
- processos socioafectivos de identificação e pertença (...);
- competências de análise e reflexão (...);
- competências imaginativas e de abstracção pela descoberta de temas relativos à realidade vivenciada por outros (...);
- atitudes e valores associados ao estudo das relações do homem com o ambiente (...) (p.32).

A eficácia de um currículo, segundo Santos (2002), citando a Griffin, deve considerar três grandes objectivos do trabalho prático: «aprofundar a compreensão das ideias científicas, experimentar os processos científicos, adquirir competências de investigação científica» (p. 39).

Na componente relacionada com as Ciências Físicas e Naturais pretende-se que os alunos, no final do ensino básico, tenham desenvolvido competências específicas para a literacia científica a nível do conhecimento (substantivo, processual e epistemológico), do raciocínio, da comunicação e das atitudes.

As experiências de aprendizagem em Educação Tecnológica (Ministério de Educação/ DEB, 2001) referem, entre outras, as actividades de observação, actividades de pesquisa, actividades de experimentação. Estas actividades podem contribuir para a mobilização de competências de componente científica tais como: identificar variáveis, formular hipóteses, extrair conclusões, realizar observações directas, interpretar dados numéricos, símbolos e gráficos, etc.

O significado da expressão *literacia científica* para Miguéns *et al.* (1997) «inclui as capacidades de observar e reflectir sobre acontecimentos ou problemas, compreender o que está em causa e usar esses conhecimentos e capacidades de forma racional para uma tomada de decisão informada e consciente» (p. 25). Ao analisar a educação em ciência numa perspectiva do desenvolvimento pessoal e social, os autores consideram que para se contribuir

para a literacia científica e técnica deve possibilitar-se aos alunos o desenvolvimento das «competências (saber/ saber-fazer/ saber-ser)» (p. 34).

Com base na operacionalização do programa de Estudo do Meio segundo a dimensão «conteúdos de ciências» efectuada por Martins e Veiga (1999), onde se definem conceitos globalizantes transversais, construiu-se o Quadro 1 que contempla os conteúdos trabalhados ao longo deste estudo.

Quadro 1 – Conceitos Globalizantes Transversais e Conteúdos do Programa de Estudo do Meio

<i>Conceitos Globalizantes Transversais</i>	<i>Conteúdos do Programa de Estudo do Meio</i>
Modelo da estrutura da matéria	<ul style="list-style-type: none"> . O comportamento de objectos em presença de ar quente e frio; . A água como solvente; a dissolução (solução, soluto e solvente); . Processos de tratamento de água: filtração, decantação, ebulição e destilação.
Transformações da matéria	<ul style="list-style-type: none"> . Experiências com alguns materiais e objectos de uso corrente; . Classificação dos materiais em sólidos, líquidos e gasosos; . Observação do comportamento dos materiais face à variação da temperatura (fusão, solidificação, dilatação,...); . Fenómenos de condensação (nuvens, nevoeiro, orvalho) de solidificação (neve, granizo, geada), de precipitação (chuva, neve, granizo); . Os efeitos da temperatura sobre a água (ebulição, evaporação, solidificação, fusão e condensação);
Dinâmica e homeostasia dos ecossistemas	<ul style="list-style-type: none"> . Algumas formas de poluição dos cursos de água e dos oceanos (esgotos, efluentes industriais, marés negras,...); . Condições atmosféricas e seu registo (humidade e temperatura);
Geodinâmica interna e externa	<ul style="list-style-type: none"> . Diferentes tipos de solo e suas características (cor, textura, cheiro, permeabilidade); . A formação de lençóis de água;
Medição⁵	<ul style="list-style-type: none"> . Linguagem e representação gráfica (construção e interpretação de gráficos e pictogramas); . Escalas e gráficos; . Processo de medição; . Unidades de medida; . Instrumentos de medição (termómetros, provetas, copos graduados, relógios...);

Outra dimensão a considerar, segundo Roldão (1995), prende-se com a interdisciplinariedade que é possível efectuar partindo do Estudo de Meio. Assim, os temas podem «constituir-se em

⁵ Embora na análise feita por Martins e Veiga, ao Programa do 1.º ciclo, conste apenas a conservação dos líquidos no parâmetro de Medição foram por nós desenvolvidos outros conteúdos, dentro deste parâmetro, que juntámos ao quadro.

áreas integradoras, possibilitando a articulação de aprendizagens de todas as outras áreas» (p. 41), referindo-se a autora à Língua Portuguesa, Matemática e Áreas de Expressão.

Nesta linha de pensamento, Pereira (2002) também refere que no caso do 1.º ciclo e com a monodocência há uma vantagem na realização de abordagens multidisciplinares e pluridisciplinares. Com efeito, neste nível de ensino, a organização e gestão dos tempos lectivos «passa pela possibilidade de escolher uma área de trabalho que possa ser integradora para a aprendizagem dos outros saberes. É neste ponto que as actividades de ciência podem constituir uma forma interessante de gerir os espaços temporais de aprendizagem» (p. 121). A autora acrescenta que esta possibilidade permite trabalhar um mesmo assunto variando «o tipo de actividades e construir aprendizagens dentro de diversas áreas» (ib., id.). Este aspecto contribui também para que mais facilmente se «possa transferir e usar os conhecimentos básicos aprendidos num domínio para os outros» (p. 120), tal como foi referido por Perrenoud (1999 b) e por Rey (2002).

2. 2 – Que competências podem desenvolver as crianças do 1.º Ciclo ao trabalharem Ciências?

A ciência escolar pode ser entendida como diz Fumagalli (1998), como um corpo de conhecimentos que contém conceitos, procedimentos e atitudes.

Será que, além de todo um *corpus* de conhecimentos no âmbito das Ciências, os alunos vão adquirindo também hábitos de trabalho (individual e em grupo), vão criando atitudes e conhecendo melhor o mundo que os rodeia? Será que ao proporcionar actividades de ciências os alunos, além de aulas mais motivadoras também se dá oportunidade de se tornarem aprendizes mais competentes e cidadãos mais conscientes? Ou seja, contribuímos para a literacia científica dos nossos alunos?

No relatado relativo a uma experiência de iniciação à ciência no 1.º ciclo que decorreu ao longo de seis meses, Ramos e Ribeiro (1989), salientam que «a implementação de actividades que visavam o desenvolvimento de capacidades inerentes a processos científicos é possível, oportuna e válida ao nível do Ensino Primário, como mostraram os resultados conseguidos na aprendizagem dos alunos envolvidos na experiência» (p. 183 e 184). Outros resultados apresentados por Ramos e Ribeiro (1991), evidenciam que a introdução de actividades de iniciação à Química no 1.º ciclo «é possível desde muito cedo» e é também vantajosa uma vez que possibilita o «desenvolvimento dos alunos não só ao nível da Ciência e Tecnologia como

também ao nível da língua, das representações e da psicomotricidade, não tendo impedido o cumprimento do programa» (p. 41). As autoras referem ainda que os alunos que participaram, neste projecto, durante três anos consecutivos (2.º, 3.º e 4.º ano), além da evolução na oralidade, na facilidade de construção de frases, na escrita de textos e no enriquecimento do vocabulário, detectou-se também «uma evolução na elaboração dos relatórios, uma facilidade maior no traçado, na leitura e na interpretação de gráficos, tendo a sua aprendizagem mostrado não ser inferior à de alunos do 6.º e 7.º anos» (Ramos e Ribeiro, 1991, p. 41).

As autoras Ribeiro e Ramos (1990) concluem que «a introdução de actividades de medição, registo organizado de dados, traçado e leitura de gráficos é possível com alunos do 2.º ano de escolaridade» (p. 14). Acreditam ainda que, se estas aprendizagens forem desenvolvidas e capitalizadas nos anos seguintes, no futuro, estes alunos não terão as usuais dificuldades em Física e Química dos alunos de 8.º, 9.º, 10.º ano, no que diz respeito «ao traçado de escalas, construção de gráficos e sua interpretação» (ib., id.).

Para Fumagalli (1998), na escola, a criança pode também chegar a obter uma visão conceptual, de procedimentos e atitudes científicas. A autora explicita que não se deve esperar que as crianças alcancem profundas mudanças conceptuais «mas sabemos que é possível enriquecer os esquemas de conhecimentos de nossos alunos numa direção [*sic*] coerente com a científica» (p. 20). A autora explicita ainda que se deve entender *conteúdos de procedimentos* como o «ensino de um conjunto de procedimentos que aproximem as crianças a formas de trabalhar mais rigorosas e criativas, mais coerentes com o modo de produção do conhecimento científico» (p. 21). A autora também refere que quando se trabalham conteúdos em Ciências, deve pretender formar-se, na criança, uma atitude científica de curiosidade, de busca constante, o desejo de conhecer pelo prazer de conhecer, a crítica livre, a comunicação e a produção colectiva de conhecimentos.

Um artigo publicado na revista «*Nature*», a propósito do projecto Hands On, questiona se as crianças aprendem alguma coisa quando se junta o entretenimento com aprendizagem. Solomon e Brooke (1996), depois de observarem durante dois anos e de terem entrevistado mais de oitenta crianças, umas logo após a visita ao centro de ciência e outras, cinco meses depois, retiraram algumas conclusões. As crianças acharam muito engraçado e divertiram-se a fazer as investigações, mas, além disso, os autores verificaram que após quatro ou cinco meses, as crianças entrevistadas não só conseguiam descrever detalhadamente *o quê* do que tinha acontecido como também tinham explicações para o *porquê*. Os termos aplicados não

eram os termos técnicos, mas conseguiam explicar de forma clara por vezes até recorrendo à mímica como se o seu entendimento estivesse para além da linguagem. Solomon e Brooke (1996) concluíram que a visita ao «hands-on' science centre children» (p. 16), não substitui a ciência da escola mas pode ser um excelente complemento desta.

A comunicação e a linguagem bem como a introdução à matemática são essenciais no desenvolvimento global da criança e devem ser trabalhadas desde muito cedo, como refere Bóo (1994). Este autor diz que a ciência tem sido subestimada por muitos professores que não têm estado cientes da importância do desenvolvimento da competência de pensar, que é melhor desenvolvida pela via científica do que por qualquer outra. O autor, com base na sua investigação com crianças pequenas, salienta que se deve encorajar a observação, a colocação de questões, as relações de causa e efeito e até a colocação de hipóteses, a partir da experiência quotidiana.

Bruner (2001), refere que os amplificadores dos processos de pensamento são os mais importantes e que «são formas de pensamento que empregam a linguagem e outras modalidades de explicação, e que mais tarde se servem de outras linguagens como a matemática e a lógica, havendo inclusivamente apoios automatizados para antecipar as consequências da acção» (p. 161).

Ao falar do projecto Hands On, Charpak (1997), salienta que, para além da grande motivação dos alunos envolvidos, o ensino é de elevada qualidade «cujas ambições não se limita à acumulação de conhecimentos científicos e cujos procedimentos conduzem a progressos no conhecimento do mundo, mas também na escrita, na expressão oral e no raciocínio» (p. 12).

Reforçando a ideia de que as crianças do 1.º ciclo ao trabalharem Ciências realizam diversas aprendizagens, Charpak (1997), conclui:

Praticar as ciências e as técnicas na escola primária não é de modo algum uma diversão, um desvio dos esforços desta primeira etapa da escolaridade obrigatória. Estas actividades podem conduzir a criança, desde a mais tenra idade, a estar em pé de igualdade com o mundo que a rodeia e a abrir-se sem dificuldade aos problemas colocados pelo desenvolvimento sempre mais rápido das ciências e das técnicas. Além disso, permitirão à escola, certamente, um melhor cumprimento da sua função original: ensinar todos os alunos a ler, escrever e contar (p. 162).

2.3 – O que ter em conta para o desenvolvimento de competências em Ciências

Em 1973, Layton, citado por Martins e Veiga (1999), identifica serem necessários três recursos essenciais para se desenvolver ciência na escola: «equipamento científico adequado e

não dispendioso, manuais escolares com informação científica oportuna e professores bem formados» (p. 23). Em Portugal, e passados mais de trinta anos, continua-se a debater por estes recursos.

Apresentam-se alguns aspectos a ter em conta no delinear de estratégias que visem a aprendizagem de ciência com vista ao desenvolvimento de competências, identificados na investigação educacional.

Numa perspectiva construtivista em que a ênfase se situa na ideia de que os conceitos se vão construindo e organizando à medida que se vai dando sentido às experiências, Valente (1997) refere que estas «investigações devem ser proporcionadoras de um pensamento reflexivo isto é devem promover a construção de conceitos significativos» (p. 33).

Torna-se fundamental confrontar as pré-concepções dos alunos num ciclo conceptual dinâmico, num percurso progressivo de concepções mais científicas, ciclo que a autora descreve:

- 1.º identificar as ideias existentes sobre um assunto em consideração;
- 2.º desenhar e envolver-se em investigações, identificando contrastes entre os eventos que ocorrem e as ideias pré-existentes;
- 3.º tentar outras explicações para as ocorrências;
- 4.º testar as novas ideias;
- 5.º dar conta das alterações nas ideias à medida que são confrontadas com as experiências (p.33).

Aquando da planificação do *curriculum*, Driver *et al.* (1985) alertam para a necessidade de se ter em conta as ideias prévias dos alunos, além de se ter em conta a análise conceptual dos temas a trabalhar. Estas autoras apresentam algumas estratégias utilizadas em vários estudos de investigação para promover a aprendizagem conceptual:

- Proporcionar aos alunos ocasiões para manifestarem as suas próprias ideias, perguntando-lhes o que pensam acerca de uma situação e que o expressem através da escrita, do desenho ou de qualquer outro meio.
- «Introduzir factos discrepantes. A observação de um facto inesperado pode estimular as crianças a pensar sobre a situação» (p. 200). O conflito conceptual provocado tem a função de causar insatisfação no aluno, e de levá-lo a sentir necessidade de modificar as suas ideias.

- Utilizar o interrogatório Socrático. Quando os alunos apresentam ideias incoerentes ou inconsistentes e sem relação umas com as outras, a colocação socrática de perguntas pode ajudá-los a descobrir a possível falta de coerência e consistência do seu próprio pensamento e a reconstruir as suas ideias de uma forma mais adequada.
- Estimular a formulação de um conjunto de esquemas conceptuais, ou seja, levar os alunos a perceberem a existência de um conjunto de possíveis interpretações dos factos e a avaliarem-nos por si mesmos.
- Praticar a utilização de ideias num conjunto de situações. O problema da generalização é importante e torna-se necessário proporcionar aos alunos oportunidades para a empregarem. Deve dar-se aos alunos a possibilidade de comprovarem o âmbito e os limites de aplicação dos resultados experimentais para que os alunos entendam que a experiência não se restringe ao contexto em que foi aplicada.

Driver *et al.* (1985) salvaguardam que estas sugestões se baseiam em alguns estudos exploratórios. Salientam a necessidade de se desenvolver um trabalho cooperativo entre professores e investigadores, para que seja posto em prática o que se conhece sobre as ideias das crianças. Dizem que se devem encontrar formas adequadas de aprendizagem das ciências para que esta seja mais significativa e mais «interessante e onde os conceitos dos alunos sejam valorizados e se estimule o seu desenvolvimento» (p. 201).

Oró (1999), defende que as crianças devem começar por efectuar «actividades que permitam estabelecer relações de causa-efeito, aumentando de forma gradual a complexidade de tais situações (por exemplo: relacionar o aumento da temperatura da água posta ao fogo com o fogo que atua [*sic*] como fonte de energia)» (p. 28). Posteriormente devem propor-se «situações experimentais simples que permitam a elaboração de gráficos para melhor observar o comportamento das variáveis» (ib., id.) e, finalmente, devem ser «estudadas situações reais para dar-se conta de que diversas variáveis atuam [*sic*] ao mesmo tempo para determinar um fenómeno [*sic*]» (ib., id.).

Para iniciar uma aula de Ciências, nada melhor do que, segundo Friedl (2000), motivar os alunos, recorrendo à indagação. Criar nos alunos a vontade de ‘querer saber’ é a pedra de toque deste autor. Bruner (1999) vai mais longe e afirma que a «curiosidade é apenas um dos motivos intrínsecos para a aprendizagem. O impulso para adquirir competência é outro» (p. 147).

Segundo Gil (1999), quer na investigação científica, na descoberta, na inovação tecnológica, quer ainda na educação «faz-se uso da informação previamente adquirida na interpretação dos fenómenos e das experiências que são novos [*sic*] ou se apresentam como tal» (p. 26). O autor considera a surpresa como uma «alavanca da curiosidade, um estímulo à interrogação, um rastilho da experiência» (ib., id.). A surpresa, que este autor denomina de conflitual (intelectual), pode ser «gerada apelando primeiro a uma previsão, a que se segue uma observação, como sucede no procedimento de aprendizagem conhecido por POE: previsão, observação e explicação» (p.29). Este autor refere que em «POE se privilegia o raciocínio no início e no fim do processo – pensar, fazer, surpreender-se, pensar» (ib., id.) e que ao efectuar o confronto entre a previsão com a observação potencia uma aplicação genuína do conhecimento anterior, tornando-se este confronto mais enriquecedor.

As actividades P-O-E, são também referenciadas por Leite (2001), citando Valente, tendo por objectivo confrontar pré-concepções com concepções mais científicas. Estas actividades, também chamadas de previsão, facilitam a mudança conceptual do aluno, uma vez que se inicia com uma previsão na qual o aluno tem que «pensar sobre o que acontece se um dado acontecimento for provocado (fundamentando a sua previsão), ou sobre a explicação que possui para um determinado acontecimento ou fenómeno» (ib., p. 85 e 86). Depois, na observação poderá «testar as suas previsões, confrontando o que aconteceu com o que previu que iria acontecer e, finalmente, terá que encontrar explicações para o que efectivamente acontece» (ib., p. 86).

Colocar questões às crianças no sentido de efectuarem as suas previsões, ou no dizer de Weissmann (1998), fazer a «indagação das teorias infantis tem como objetivo [*sic*], dentro do modelo das teses construtivistas de aprendizagem, desenvolver sequências didácticas que favoreçam» (p.41): a tomada de consciência, por parte das crianças da existência dessas teorias; o confronto e a discussão entre diferentes pontos de vista; o aparecimento de situações anómalas para promover o conflito; o desenvolvimento de actividades diversificadas que favoreçam a construção do conceito.

Como defende Driver (1983), as ideias anteriores e as crenças que as crianças possuem sobre os fenómenos, vão influenciar, de certa forma, as observações que possam vir a fazer nas experiências sobre esses fenómenos, assim, as explicações que irão dar, serão igualmente afectadas. A autora refere que em determinadas áreas da ciência (dinâmica, calor e electricidade) as crianças tendem a manter aspectos da sua intuição ou as suas concepções

alternativas, principalmente quando o problema é colocado num novo contexto. Ou seja existem aspectos do pensamento da criança que são muito difíceis de mudar. É, também, dito pela autora que muitas vezes as crianças têm dificuldade em diferenciar a observação da sua interpretação.

Driver (1983), citando a Donaldson, conclui que quando uma criança interpreta, o que ela diz na sua interpretação é influenciado pelo seu conhecimento da linguagem, pela sua avaliação do que o professor pretende e pela maneira como a criança representaria a situação física para si própria se o professor não estivesse presente.

Os processos ou os procedimentos científicos (POE) são muito importantes assim como a forma de os comunicar, de os transmitir aos outros, de exteriorizar o pensamento. Assim, na comunicação, as crianças terão dificuldade em entender e fazer-se entender, como diz Carmo (1992), ao descrever os fenómenos simples que observam, as crianças tornar-se-ão cada vez mais rigorosas, objectivas e tendem a utilizar menos palavras. Os alunos ao efectuarem a leitura de informação e ao comunicarem à turma têm que distinguir o importante do acessório e seleccionar a informação pertinente. Segundo Carmo (1992), «é com o acto de verbalizar a ideia ou a dúvida que ocorre compreensão» (p. 39).

Quanto à importância dos registos, Pereira (2002) refere que se trata de «uma forma de memória externa, com importância a curto e a longo prazo» (p. 102). Para além disso, a autora considera que a criança ao escrever uma ideia ou fazer uma representação gráfica (desenho ou esquema) é já um processo de «estruturar o pensamento, de dar-lhe forma, de apreendê-lo e de materializá-lo» (p. 103). Os registos «são memórias externas do que se fez ou se pensou» (ib., id.). É natural que a criança faça «uma descrição, (...) sobre o que se fez, à qual se juntam dados, resultados e possíveis interpretações destes» (p. 106). A autora refere ainda que numa «investigação é importante ajudar a criança a registar o que pensa que vai acontecer, o que de facto aconteceu, que interpretações é que se podem fazer e qual é a resposta à questão procurada, isto é, a conclusão» (p. 108).

Na aprendizagem das ciências, para além da aprendizagem de conteúdos há que ter em linha de conta também a aprendizagem de competências ligadas ao trabalho prático, ou seja, aos procedimentos.

A importância do trabalho de laboratório na educação em ciências embora tenha sido alvo de críticas, como diz Hodson (1994), tem permanecido incontestada desde o Código de 1882,

declarado pelo *Education Department* que dizia que «o ensino dos alunos em matérias científicas se levará a cabo principalmente com experiências» (p. 299 e 300).

Leite (2001), baseando-se em Hodson, diferencia-os e relaciona os termos “trabalho de laboratório”, “trabalho prático” e “experiências”, sintetizando-os como se pode ver na Figura 3, uma adaptação do esquema proposto por Hodson.

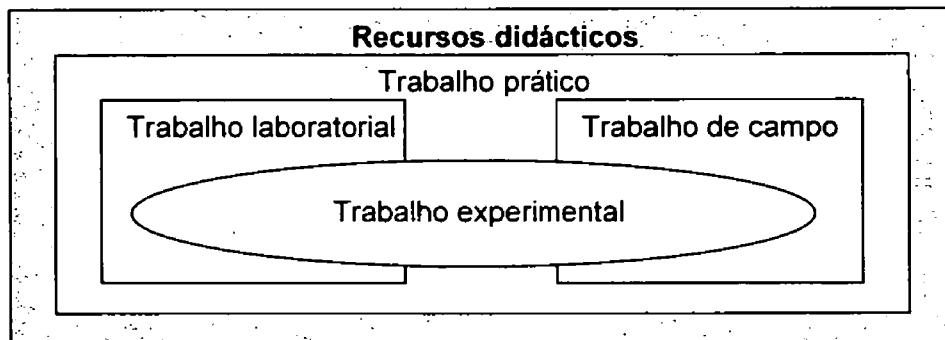


Figura 3. Relação entre trabalho prático, laboratorial, experimental e de campo (Leite, 2001, p. 81).

3. A aprendizagem de Ciências e o desenvolvimento de competências na área da Língua Portuguesa

O valor da linguagem oral e escrita na aprendizagem experimental das ciências é realçado por Sá e Varela (2004). Estes consideram a linguagem oral como um meio de acesso às *ideias intuitivas* dos alunos e é através desta que «se estabelecem as pontes entre o conhecimento do quotidiano – que explica os fenómenos na linguagem informal das crianças – e o conhecimento científico (...) expresso numa linguagem específica e mais elaborada» (p. 36). Para os autores o desenvolvimento da linguagem oral favorece o desenvolvimento da linguagem escrita porque «a riqueza das interacções verbais, como parte integrante do processo de aprendizagem experimental das ciências, há-de ser facilitadora da aprendizagem da escrita» (p. 38).

3.1 – Desenvolver competências de Língua Portuguesa partindo das Ciências

A competência da oralidade inicia-se desde muito cedo. Comunicar através da linguagem oral é das primeiras aquisições que a criança faz. Primeiro pronuncia alguns sons que mais tarde vão tomando forma de palavras, palavras que querem significar frases e que são a expressão das emoções e dos desejos da criança. Vygotsky refere como Stern traduz as primeiras palavras, «*mamã*, traduzido para a fala desenvolvida, não significa “mãe”, mas sim uma frase

como “*Mamã, vem cá*” ou “*Mamã, dá-me*”, ou “*Mamã, põe-me na cadeira*” ou “*Mamã, ajuda-me*”» (Vygotsky, 1998, p. 37). Assim, «é no significado da palavra que o pensamento e a fala se unem em pensamento verbal» (ib., p. 5). Uma palavra pode não se referir a um objecto mas a um conjunto de objectos; «portanto, cada palavra já é uma generalização» (ib., id.). A principal função da fala é, segundo Vygotsky (1998), a comunicação.

O desenvolvimento da competência da linguagem na criança, como diz Mateus (2002), acontece «nos primeiros anos de vida e com assombrosa rapidez, espontaneamente e sem ensino formal, os sons, o vocabulário e os processos de construção de palavras e frases da língua falada na comunidade que a rodeia» (p. 334). A autora acrescenta que a rapidez desta «aquisição da língua materna, que se processa em contacto com dados linguísticos não especificamente dirigidos para a aprendizagem, ainda é mais espantosa se considerarmos que uma língua natural é um sistema altamente complexo e especializado» (ib., id.).

Através de pesquisas relativamente ao uso da linguagem pelas crianças, Piaget, referido por Vygotsky (1998), conclui que as conversas das crianças podem ser, segundo as suas funções, classificadas em dois grupos: fala egocêntrica e fala socializada. Na primeira a criança fala de si própria sem se importar com o ouvinte, como se estivesse a pensar em voz alta. Na segunda, já existe uma comunicação com os outros. Vygotsky considera a hipótese da fala egocêntrica se tratar de «um estágio transitório na evolução da fala oral para a fala interior» (ib., p. 21). A fala interior desenvolve-se e instala-se durante a idade escolar, diminuindo assim a fala egocêntrica.

Sobre a ideia do desenvolvimento intelectual Harlen (1999) diz que para Piaget tem menos incidência na interacção verbal entre a criança e o adulto do que para Bruner, Vygotsky e Ausubel.⁶

⁶Segundo PIAGET, o desenvolvimento do conhecimento está relacionado com a evolução fisiológica do cérebro e a aprendizagem produz-se mediante a actividade física directa com as coisas que estão à nossa volta. Os pensamentos são *acções* interiorizadas e não palavras, e a linguagem é um meio para pôr os pensamentos em comum e não para desenvolvê-los. Até que a criança alcance a etapa das operações formais. (...)

BRUNER destaca a função da linguagem na tradução das experiências para uma forma *simbólica* na mente. O desenvolvimento da linguagem infantil abre a possibilidade de influir directamente no pensamento da criança mediante a linguagem e de que esta reorganize a sua experiência utilizando a linguagem “como instrumento cognitivo”.

VYGOTSKY partilha a ideia de que a linguagem é um meio para reinterpretar o mundo: “A palavra... não se limita a acompanhar a actividade da criança; contribui para a orientação mental, para a compreensão consciente; ajuda a ultrapassar dificuldades.

Ausubel e Bruner, segundo Harlen (1999), acreditam que as crianças conseguem alcançar qualquer ideia científica que lhes seja devidamente colocada. Acreditam que os alunos aprendem uns com os outros e não que inventam as ideias.

Existem algumas provas a favor de que as crianças entendem mais do que aquilo que conseguem falar. Embora as crianças não tenham capacidade para produzir determinados discursos nem dominarem a sua estrutura linguística, elas compreendem-no porque a sua «capacidade linguística *receptiva* (a capacidade de ouvir e compreender) está muitas vezes à frente da sua linguagem *produtiva* (fala)» (Wood, 1996, p. 173, destaques do autor).

Este autor salienta que apesar de existirem provas de que as crianças compreendem mais do que aquilo que falam, a aprendizagem da linguagem, obriga a criança a resolver problemas *específicos* da linguagem, e que, crianças de cinco e seis anos são capazes de comunicar instruções complexas mesmo antes de dominarem detalhadamente a estrutura da língua. Nesta análise Wood (1996) refere:

O facto de saberem *como* transmitir sua mensagem mostra que elas compreenderam as exigências dessa tarefa (têm competência intelectual) e possuem competência comunicativa suficiente para tornar inteligível para o ouvinte aquilo que dizem, *antes* de alcançarem níveis maduros de compreensão e produção de linguagem. (p. 197, destaques do autor).

Noutros estudos, apresentados pelo mesmo autor, é também visível a existência de um fosso entre aquilo que «as crianças *sabem, lembram e compreendem* e a sua capacidade de *transmitir* o que sabem» (ib., p. 214, destaques do autor).

Piaget (1999) distinguiu a *compreensão global* (maneira como compreendeu uma narrativa) da *compreensão verbal* (tem a ver com as ligações causais ou lógicas inerentes à narrativa). Esclarece que na *compreensão global* se pode distinguir a *compreensão implícita*, isto é, o que a criança compreendeu sem contudo o explicitar e a *compreensão explícita* o que a criança reproduz espontaneamente. Com efeito, o autor diz que três casos são possíveis, ao explicador, quando explica alguma coisa: «Ou ele não compreende e não consegue repetir, ou compreende, mas não consegue ou não quer repetir (por falta de meios de expressão, ou porque julga que tal coisa está clara, é conhecida pelo interlocutor), ou ele compreende e repete correctamente» (ib., id., p. 131).

Na teoria de “aprendizagem significativa” de AUSUBEL, a função da actividade directa subordina-se à de dar sentido aos enunciados verbais. (Harlen, 1999, p. 98, destaques da autora).

Para Piaget (1999), na troca verbal, as crianças não se compreendem melhor entre si do que compreendem os adultos, porque «as palavras pronunciadas não são concebidas do ponto de vista do interlocutor, e este último, em lugar de compreendê-las tal qual, selecciona-as segundo o seu interesse próprio e deforma-as em função das suas concepções anteriores» (p. 140).

Neste sentido, os seguidores de Chomsky são da opinião de que a compreensão da linguagem ocorre naturalmente sem grande influência nem ensino por parte dos adultos. No entanto no desenvolvimento linguístico posterior não se pode separar a linguagem do raciocínio. «Aprender a pôr ideias em palavras (ou letras) e descobrir o que os outros querem dizer por aquilo que dizem (ou escrevem) não é um processo único e *contínuo*, mas um processo que muda com a idade e, talvez, com o estágio de desenvolvimento» (Wood, 1996, p. 180, destaques do autor).

Por outro lado, Bruner ao analisar o que disseram destacados linguistas conclui que «seria impossível aprender uma linguagem sem conhecer de antemão ou aprender de uma vez as perspectivas complexas que supõe o uso de um mesmo conjunto de símbolos para a representação e a comunicação», (Bruner, 1989, p. 184, 185). No entanto, este autor considera que a aquisição da linguagem não deve ser entendida apenas como uma decomposição do código linguístico ou um subproduto do desenvolvimento cognitivo normal. Acrescenta que talvez seja antes, um «processo subtil no qual os adultos organizam o mundo de um modo artificial, para que a criança se possa desenvolver bem culturalmente, participando enquanto sucede de modo natural e com a cooperação dos outros» (ib., id.).

Valente *et al.* (1989), remetem para a ideia que a metacognição⁷ desempenha um papel importante «em áreas fundamentais da aprendizagem escolar, como a comunicação oral, a compreensão oral e escrita, a produção escrita, a resolução de problemas e ser um elemento chave no processo de aprender» (p. 47).

Na aprendizagem da leitura e da escrita como dizem Martins e Niza, (1998), passa-se por três fases: cognitiva, de domínio e de automatização. Na primeira, a criança vai construindo «uma representação sobre as funções da linguagem escrita, ou seja, para que serve saber ler e escrever, e de uma representação sobre a natureza da linguagem escrita, ou seja quais as

⁷ De entre os vários autores referidos por Valente *et al.* (1989), apenas iremos referir-nos a uma das suas definições do conceito de *metacognição*. O significado etimológico da palavra é «para além da cognição, isto é, a faculdade de conhecer o próprio acto de conhecer, ou, dito de outro modo, consciencializar, analisar e avaliar como se conhece» (p. 47).

características da linguagem escrita e de que forma é que esta se relaciona com a linguagem oral» (ib., p. 18). A fase de domínio é uma fase de treino e de aperfeiçoamento e por último a fase de automatização corresponde a uma aprendizagem consolidada, em que a criança lê diversos textos sem pensar conscientemente nas estratégias utilizadas.

As autoras acrescentam que na opinião de Downing *et al.* numa fase inicial os conceitos que dizem respeito às funções (objectivos) e à natureza da linguagem escrita estão parcialmente desenvolvidos e, à medida que avançam na escolaridade, «as crianças evoluem de uma fase de relativa confusão cognitiva para uma progressiva clareza cognitiva» (Martins e Niza, 1998). As experiências de linguagem escrita, vivenciadas pelas crianças antes do ensino formal têm grande importância no sentido que atribuem à aprendizagem da leitura e escrita. As crianças quando chegam à escola já construíram objectivos para a aprendizagem escrita, de acordo com as suas práticas culturais e do seu meio envolvente.

A escrita deve ter um significado para as crianças e ser uma necessidade intrínseca, como defende Vygotsky (1994). Como tal, a escrita deve ser despertada nas crianças e «incorporada a uma tarefa necessária e relevante para a vida» (p. 156), para se desenvolver como «uma forma nova e complexa de linguagem (ib., id).

Numa linha de pensamento sociológico, surge Bernstein defendendo que as crianças têm diferentes desempenhos escolares conforme os seus antecedentes sócio-económicos devidos às «variações nos usos e formas da linguagem que ele encontrou nas diversas classes sociais» (Wood, 1996, p. 146). Bernstein, segundo Wood (1996), afirma que as crianças provenientes da classe média são socializadas e controladas de maneira diferente das crianças da classe trabalhadora e por isso a maneira de falar às crianças é também diferente. As primeiras devido ao seu enquadramento social e às vivências familiares tendem a utilizar um “código elaborado” da língua, enquanto que as segundas tendem a usar um “código restrito”. Como tal, «as variações na linguagem levam as crianças a ter “visões de mundo”, aspirações, atitudes e aptidões à aprendizagem diferentes, bem como, ao fim, diferentes níveis de desempenho escolar» (Wood, 1996, p. 147).

Ao analisarem a teoria de Bernstein, Domingos, Barradas, Rainha e Neves (1986), referem que «a criança da classe média cresce numa estrutura racional e ordenada, na qual a sua experiência total é organizada desde muito cedo. A palavra é o mediador entre a expressão dos sentimentos e aquilo que é reconhecido socialmente como certo, ou seja, valoriza-se a verbalização do sentimento» (p. 17). Em relação à família de crianças da classe trabalhadora,

a sua estrutura é menos formal em relação aos filhos. Embora «a autoridade seja explícita, os valores que essa autoridade expressa não originam um universo cuidadosamente organizado, quer temporal quer espacialmente» (Domingos *et al.*, 1986). O dispositivo linguístico é definido por Bernstein (1998), como «o sistema de regras formais que regem as diversas combinações que efectuamos quando falamos ou escrevemos (p. 56). As regras da comunicação variam conforme o contexto e deste modo, as regras contextuais fazem falta para se compreender a comunicação.

A linguagem de «código elaborado é mais semelhante à língua escrita que a linguagem de código restrito» (Wood, 1996, p.149). No entanto a aprendizagem não se resume apenas a interiorizar um novo “código” de representação da fala. A escrita e a leitura implicam novas funções da linguagem na criança, envolvendo «maneiras de comunicar-se que transformam a natureza do conhecimento infantil da linguagem e conduzem a modos mais analíticos do pensamento» (ib., p. 274). Este mesmo autor diz que Vygotsky defende que «a escolarização e a instrução envolvem a transmissão de maneiras científicas de pensar e instilam nas crianças o desenvolvimento da “auto-regulação”» (ib., id.).

Para Vygotsky (1998), a escrita é difícil para as crianças em idade escolar até porque chega a haver um desfaseamento «de seis a oito anos entre a sua “idade linguística” na fala e na escrita (...) a escrita de uma criança de oito anos assemelha-se à fala de uma criança de dois anos» (p. 123). Segundo a investigação que o autor fez, «a escrita é uma função linguística distinta, que difere da fala oral tanto na estrutura como no funcionamento. Até mesmo o seu mínimo desenvolvimento exige um alto nível de abstracção» (ib., id.). Mesmo antes de chegar à escola a criança já domina, inconscientemente, a gramática da sua língua materna uma vez que esta, assim como a composição fonética das palavras, foi adquirida de uma «forma puramente estrutural» (ib., p. 125). Assim, o conhecimento da gramática e da escrita que a criança vai desenvolvendo, ajudam-na a passar para um nível mais elevado do desenvolvimento da fala.

Das suas investigações, Vygotsky (1998), identifica a existência de uma relação temporal entre os processos de aprendizagem e o desenvolvimento das funções psicológicas correspondentes. A criança vai interiorizando «hábitos e habilidades numa área específica, antes de aprender a aplicá-los consciente e deliberadamente» (p. 126).

A comunicação é uma forma de exteriorizar o pensamento. Tal como o pensamento é muito importante para a aprendizagem das Ciências e a comunicação é essencial para o pensamento,

como processo e como produto, o desenvolvimento da técnica de comunicação é muito importante para a educação em ciências, como diz Harlen (1999).

Para comunicar, a criança tem de exprimir as suas ideias. Pedrosa, Veiga, Pestana e Pereira (1997), partilham a opinião de que a comunicação escrita é muito mais limitada do que a comunicação oral, para a maioria dos cidadãos. Particularmente na área das Ciências «Explicar e interpretar fenómenos, numa perspectiva cientificamente aceitável, exige conhecimento específico e capacidades de raciocínio e de comunicação» (p. 182).

Existem vários modelos lineares e não lineares de escrita que são referidos por Martins e Niza (1998) mas, as autoras, em vez do conceito de *modelo* preferem considerar e valorizar as *perspectivas sociais da escrita*. Consideram determinante que quem escreve deve ter em consideração a funcionalidade do seu escrito atendendo aos seguintes aspectos: o tema e a situação de escrita, a finalidade da escrita e os destinatários.

A importância do domínio da língua, principalmente da escrita é frisada por Azevedo (2000), como «condição necessária para a elaboração do pensamento, para o desenvolvimento do raciocínio e também para o sucesso em todas as disciplinas» (p. 83).

Além dos psicólogos cognitivistas, houve outros que se interessaram em descrever o desenvolvimento mental na relação pensamento-linguagem, e não negam a existência de outras formas de expressão de pensamentos e conhecimentos como sejam os desenhos, instrumentos, símbolos, acções e manipulações.

Ao desenvolverem trabalhos em Ciências, os professores devem criar momentos em que haja uma sucessão ordenada de procedimentos científicos, entre outros, pois só assim é que o aluno tem acesso a uma multiplicidade de experiências e de vivências «sobre as quais age, das quais verifica os efeitos, que descreve e comenta» (Charpak, 1997, p. 158). Ao trabalhar a sucessão ordenada de procedimentos está a dar sentido e a apropriar-se dos saberes que serão as suas referências e sobre as quais poderão mais tarde vir a responder. Redigir é um acto difícil e o aluno deve, segundo Charpak (1997):

Ser capaz de reunir as informações (as “ideias”) de que necessita, de as ordenar segundo as normas do tipo de texto que tem em vista, de encontrar a linguagem que convém à sua expressão. Para adquirir estas competências, deve ser regularmente colocada em situação de comunicação (ou de trabalho intelectual) que exijam a escrita e que, através de constrangimentos específicos, lhe organizem as formas. (p. 159).

Dando ênfase ao ensino científico e à manipulação, dar-se-á também lugar à produção de vários tipos de textos específicos que exigem o uso de uma forma de escrita. Charpak (1997) salienta:

Registrar os dados das observações, ordená-los, transformá-los para os interpretar são práticas complexas que a criança constrói progressivamente. (...) Redigir relatórios de experiências, torná-los convincentes, comunicar resultados, eis actividades que implicam ainda outras utilizações da escrita.

Se a ordenação do texto é essencial, a redacção propriamente dita não o é menos. O texto científico supõe, com efeito, o abandono da primeira pessoa para dar lugar à terceira, o abandono dos tempos pretéritos para dar lugar ao presente intemporal. Impõe também processos de descrição que ignoram as palavras pelas quais se situam os fenómenos e os acontecimentos sem relação ao enunciador (aqui, agora, hoje, ontem...) em benefício das que os inscrevem em referências do espaço e do tempo físicos. Por fim, o relatório da experiência implica também uma subtil articulação entre textos, imagens, gráficos e quadros (p. 160).

3. 2 – A aprendizagem de ciência como potenciadora de uma linguagem mais elaborada

Referiram-se as dificuldades experimentadas pelas crianças em idade escolar e também a importância do registo na aprendizagem de ciências. Em que medida é que a aprendizagem de ciências poderá promover a aquisição de uma linguagem mais elaborada?

Efectivamente, o ensino das ciências, dos procedimentos e das técnicas na escola deve valorizar a observação e a manipulação, recorrendo aos registos escritos, como refere Charpak (1997). Eis aqui uma forma «de extraordinária riqueza para ajudar a criança a adquirir uma capacidade de escrita eficaz» (p.160).

Da mesma forma, Sá (1994) aponta as actividades científicas como impulsionadoras privilegiadas para o desenvolvimento da comunicação oral e escrita porque nestas actividades as «crianças são estimuladas a falar, descrevendo e interpretando o que observam, procuram palavras novas face à insuficiência de vocabulário para lidar com novas situações, fazem registos escritos, etc.», (p. 25) justifica ainda, dizendo:

(...) verifica-se agora com amplitude crescente que uma das contribuições mais significativas das Ciências é a sua incidência no desenvolvimento da linguagem das crianças. (...) Os registos das discussões entre crianças, a propósito do trabalho científico, mostram que a sua linguagem é de construção mais elaborada do que nas situações tradicionalmente planificadas para desenvolver a linguagem e do que nas conversas com os adultos (Sá, 1994, citando Harlen (1983) no relatório da UNESCO, p.25).

Ao debruçar-se sobre investigações feitas, Bruner (1989), afirma que «a investigação da última década apoia decididamente a concepção de que a aquisição da linguagem é influenciada pelo conhecimento do mundo que possui quem o adquire, mesmo que seja antes de dita aquisição ou no momento dela» (p. 175). Para Bruner (1999), a linguagem «fornece uma técnica interna para programar os nossos discernimentos, o nosso comportamento, as nossas formas de consciência. Se houver uma linguagem interna adequada, a tarefa pode ser realizada» (p. 137).

Também Gifford (1997) salienta que os alunos enquanto desenvolvem a sua habilidade para observar e medir, podem usar uma linguagem cada vez mais detalhada, precisa e discriminativa. Quando planeiam, realizam e registam um trabalho experimental necessitam de usar competências de linguagem, incluindo a manipulação de frases. Quando seleccionam, classificam e chegam a conclusões, os alunos desenvolvem a competência de resumir e generalizar. Falar tem um papel vital na aprendizagem das crianças. A conversa exploratória é também referida pelo autor, como sendo extremamente importante para que as crianças possam verbalizar os seus pensamentos de uma forma directa, muitas vezes ultrapassando expressões mais difíceis da língua. Os alunos podem ser ajudados a clarificar as suas ideias através da discussão. Segundo Gifford (1997) existem alguns exemplos publicados, de como a partilha, pode ajudar a desenvolver um conceito. Um dos exemplos apresentados pelo autor é a relação entre o discurso e a escrita que pode ser frequentemente explorada e explicitamente ensinada aos alunos, enquanto eles amadurecem, no sentido de os ajudar a passar de uma linguagem usual do quotidiano para uma linguagem mais formal, registável. As experiências estimulam as crianças a utilizarem um repertório completo de linguagem. Gifford (1997), citando Max de Bóo, disse que «a evidência de competência científica também providencia a evidência da realização na linguagem» (p. 16).

A realização de actividades experimentais, segundo Pereira (2002), é «um contexto natural para ajudar a criança a adquirir e a refinar a capacidade da escrita» (p. 106). Posteriormente devem ser comentados para permitir: corrigir erros de ortografia, dominar regras elementares de sintaxe, desenvolver destrezas de escrita e adquirir e desenvolver os procedimentos científicos.

Vários teóricos como Vygotsky, Bruner e Donaldson partilham da opinião de Piaget de que para estimular a transição do pensamento operativo concreto para o operativo formal existe uma grande influência da linguagem que deve ser fluente coerente e clara. Como diz Wood

(1996), embora Piaget diga que «a lógica advenha da acção e não da linguagem, ele admite que o raciocínio verbal é um dos principais *veículos* ou meios pelos quais as *operações* lógicas se desenrolam» (p. 252, destaques do autor).

A linguagem científica é diferente da linguagem comum e por isso pode colocar várias dificuldades, como defende Bárrios (1992), por exemplo quando na aula se utilizam termos científicos que na linguagem comum tem significados diferentes. Quando se trabalha «um fenómeno novo, os alunos têm que aprender um registo discursivo que normalmente difere do utilizado na linguagem comum» (p. 115).

As crianças que «modificam e corrigem o seu texto à medida que escrevem geralmente escrevem de modo mais inteligível e gramaticalmente correcto» (Wood, 1996, p. 276), e a autocorreção é uma forma de demonstrar que as crianças se encontram num processo de auto-instrução.

Assim, a relação entre a aprendizagem de ciência e o desenvolvimento de competências na língua e na comunicação começam a ganhar importância tornando-se explícita em alguns currículos.

Ao analisar os Objectivos Gerais da Educação Secundária Obrigatória Espanhola⁸ pode reparar-se que têm finalidades idênticas às Competências Gerais expressas no Currículo Nacional do Ensino Básico Português embora sejam em maior número e mais ambiciosas. É de salientar que estão claramente expressos dois objectivos que salientam a importância das capacidades de compreensão e expressão da *linguagem*, sendo um mais geral: «a. Compreender e produzir mensagens orais e escritas com propriedade, autonomia e criatividade em castelhano e, se for o caso, na própria língua da sua Comunidade Autónoma, e pelo menos numa língua estrangeira, utilizando-as para comunicar e organizar o próprio pensamento e reflectir sobre os processos implicados no uso da linguagem» e outro objectivo mais específico referindo-se à interpretação e produção de mensagens científicas. «b. Interpretar e produzir com propriedade, autonomia e criatividade mensagens que utilizem códigos científicos, artísticos e técnicos, com o fim de enriquecer as suas possibilidades de comunicação e reflectir sobre os processos implicados no seu uso». (Cañhas, Martín-Díaz e Níeda, 2003, p. 228).

⁸ A Educação Secundária Obrigatória Espanhola corresponde aos dez primeiros anos de escolaridade.

Quanto aos Objectivos Gerais da área das Ciências da Natureza, verificou-se que o primeiro objectivo fala expressamente na utilização da linguagem, dizendo «Compreender e expressar mensagens científicas utilizando a linguagem oral e escrita com propriedade assim como outros sistemas de notação e representação quando for necessário», (Cañas, et al. 2003, p. 228).

Ao se fazerem referência a estes objectivos pretende-se salientar a importância do desenvolvimento das capacidades de compreensão e expressão linguística que, segundo as autoras, Cañas et al. (2003), devem ser trabalhadas pelas diferentes áreas do conhecimento. Na área das Ciências da Natureza este desenvolvimento centrar-se-á mais na compreensão e expressão de mensagens científicas que usa determinados procedimentos que são necessários ler, compreender, elaborar e interpretar como sejam: tabelas e gráficos.

3. 3 – A aquisição da linguagem – algumas características

Piaget (1967) procurou saber como é que as crianças fazem as articulações das frases e como se comportam face às conjunções que marcam a causalidade ou a relação lógica (*porque, pois, portanto, etc.*) e face às conjunções que exprimem relações antitéticas⁹ (*ainda que, apesar de, embora, etc.*).

Piaget reforça a ideia de que o pensamento da criança é diferente do pensamento do adulto sendo menos dedutivo e principalmente menos rigoroso, porque a criança não vê a necessidade de demonstrar ou provar, nem tem a preocupação em convencer no mesmo grau que o adulto sente. Acrescenta que lógica é a arte de provar e que «o raciocínio lógico é sempre uma demonstração» (p. 15). Logo, se a criança ficar muito tempo alheia à necessidade de demonstrar é claro que a sua forma de pensamento será afectada por isso. Sendo assim, aponta dois procedimentos que considera indicados: (1) deve provocar-se o emprego destas conjunções pelas crianças, utilizando experiências apropriadas, por exemplo: fazê-las compreender ou inventar frases onde as conjunções a estudar estejam incluídas; (2) fazer um levantamento das conjunções aplicadas pelas crianças, em linguagem espontânea por exemplo: fazer um levantamento de todos os *porque, já que* em crianças de seis, sete anos.

⁹ Entenda-se antitéticas por contrárias ou contraditórias. Em Portugal utilizamos o termo: concessivas para definir o tipo de conjunções subordinativas (*embora, enquanto, ainda que, posto que, se bem que*). Acrescente-se que no caso de se tratar de um grupo de palavras com valor e emprego de uma conjunção – chama-se locução conjuntiva, Bechara, E. (1989), dito por outras palavras, existem várias «conjunções formadas da partícula *que* antecedida de advérbios, de preposições e de participios» são chamadas locuções conjuntivas, (Cunha e Cintra, 1986, p. 586).

Se por um lado, no estilo infantil, raramente se encontra o *porque* de justificação lógica por outro lado existe «uma dificuldade sistemática, na criança, de encontrar a justificativa correcta das orações simples que se lhe pede para demonstrar» (Piaget, 1967, p. 17). Este autor afirma ainda que «se estes são os hábitos do pensamento da criança, o estilo infantil deve apresentar um carácter descontínuo e caótico por oposição ao estilo dedutivo do adulto: as ligações lógicas devem ser suprimidas ou subentendidas» (ib., id.). Concluindo, assim, que deve haver “justaposição”¹⁰, e não ligação das preposições.

Referindo-se às conjunções de causalidade e de conexão lógica, Piaget diferencia dois tipos essenciais de ligação da conjunção *porque*, por um lado, marcando uma relação de causa e efeito ou causal (entre dois fenómenos ou dois acontecimentos) e, por outro, marcando uma ligação de razão à consequência, ou lógica (ligando duas ideias ou dois juízos). A este propósito, Piaget (1967), refere que os «“porque” de causalidade propriamente [sic] dita são raros» (p. 25) e justifica que isso se deve ao facto «de que as crianças socializam muito pouco entre si sua pesquisa da explicação causal dos fenómenos [sic] exteriores» (ib., id.). Num dos seus estudos em que os alunos tinham de completar frases, concluiu que não se tratava de uma confusão, por parte da criança, entre causa e consequência, mas «talvez que ela seja incapaz, antes dos 7 anos, no relato ou na discussão – em resumo, nas ligações com os outros, de diferenciar e de manipular correctamente [sic] os diferentes tipos possíveis de ligação (causa, consequência ou justificação lógica)» (p. 31).

Relativamente a outros estudos, Piaget (1999) justifica que as «inversões aparentes de causa e efeito devem-se, portanto ao facto de o *porque* não marcar ainda uma ligação unívoca de causa e efeito, mas uma ligação mais vaga, indiferenciada» a que o autor chama de ligação de justaposição em que geralmente é usada a palavra *e*. Refere ainda que quando a criança utiliza *e* em vez de *porque*, quer indicar a ligação de consequência a causa ou a ligação inversa.

Por causa das dificuldades que a criança tem em tomar consciência do seu pensamento, devido ao seu egocentrismo, Piaget (1967), diz que a criança consegue raciocinar apenas «com casos singulares ou especiais: a generalização é-lhe difícil, bem como, a partir de então, qualquer dedução decorrente» (p. 131), a criança tende a justapor os juízos em vez de os ligar.

¹⁰ No entender de Piaget “justaposição” significa «a ausência de ligação explícita entre as duas orações que implicariam em tal ligação» (Piaget, 1967, p. 23), ou ainda na inteligência verbal, justaposição «é a ausência de ligações entre os diversos termos de uma frase» (ib., p. 66)

Para um maior domínio das técnicas básicas da *expressão escrita*, no 1.º ciclo, os alunos devem ser levados a escrever «frases complexas para exprimir sequências e relações temporais (quando), causais (porque) e condicionais (se)» (Sim-Sim, Duarte e Ferraz, 1997, p. 77). No domínio do *conhecimento explícito*, os alunos devem ter actividades de «identificação do tipo de relação entre acontecimentos ou situações, expressos por conectores de subordinação já usados oralmente (porque, quando, se)» (ib., p. 86).

Investigações feitas por Shif, sob orientação de Vygotsky, sobre o desenvolvimento dos conceitos científicos e quotidianos durante a idade escolar, apontam no sentido de que «quando o currículo fornece o material necessário, o desenvolvimento dos conceitos científicos ultrapassa o desenvolvimento dos conceitos espontâneos» (Vygotsky, 1998, p. 132). Diz que provavelmente, é difícil para a criança «solucionar problemas que envolvam situações da vida quotidiana, porque não tem consciência dos seus conceitos» (ib., p. 133), e por isso não os consegue operar à vontade. Vygotsky refere que «segundo Piaget, a ausência de consciência na criança em idade escolar é um resíduo de seu egocentrismo» (ib., p. 112), que embora tenda a desaparecer está ainda bem patente no seu pensamento verbal. Acrescenta ainda que «uma criança de oito ou nove anos utiliza correctamente a palavra *porque* numa conversa espontânea; ela nunca diria que um menino caiu e quebrou a perna *porque* foi levado para o hospital» (ib., p.133), no entanto, é isso que «ela faz em experimentos,[sic] até que o conceito de “porque” se torne totalmente consciente» (ib., id.).

Nestas investigações, o mesmo autor, constatou ainda que em frases com a palavra *embora*, os conceitos científicos não estão à frente dos conceitos quotidianos porque «as relações adversativas aparecem no pensamento espontâneo da criança mais tarde do que as relações causais» (ib., id.).

O papel dos adverbiais *quando*, *então*, *depois*, na construção das categorias tempo e aspecto, em textos narrativos de e para crianças, Sousa, num estudo realizado em 1996, conclui que estes adverbiais funcionam principalmente como conectores interfrásicos fazendo a transição entre os enunciados. As crianças utilizam mais o marcador *depois*, utilizam menos o marcador *então* e menos ainda o marcador *quando*. Diz ainda que as crianças utilizam o *então* e *depois* de uma forma redundante, trazendo pouca informação nova e que a grande utilização destes adverbiais deve-se ao facto da criança ter necessidade de compensar «alguma falta de coerência temática e semântica» (p. 200). A mesma autora refere também que o desenvolvimento da necessidade de uma justificação lógica que ocorre por volta dos 7 ou 8

anos é simultâneo com o declínio do egocentrismo e com a diminuição da justaposição em geral.

Outro estudo realizado sobre o aparecimento dos conectores é o de Fayol, citado por Rebelo, Marques e Costa (2000), que conseguiu fazer uma análise dos conectores utilizados por crianças dos sete aos dez anos, «obtidos como resposta à solicitação “Conta uma história que te tenha acontecido”. As respostas mostram que os conectores vão sendo aplicados progressivamente no decurso do seu desenvolvimento» (p. 223).

Nota-se que:

- uma primeira fase o sistema compreende uma única oposição, realizada por ausência de conector. O «e» desempenha o papel de protótipo de relator;
- numa segunda fase aparecem duas outras oposições que limitam o campo da aplicação do «e»: 1) o paradigma «depois/ pois/ em seguida», que se situa nas rupturas importantes do texto, opõe-se a «e», que exprime as ligações fortes entre acontecimentos; 2) a forma «então», que corresponde a uma relação antecedente/ consequente;
- por volta dos 10 anos os conectores diversificam-se bastante:
 - 1) o «e» opõe-se sempre a «depois» em função do grau de ligação (acontecimento sem ligação causal; recuperação do acontecimento idêntico àquele que o precede;
 - 2) o aparecimento de nova oposição (na relação antecedente/ consequente) com as marcas estáticas «mas/ para» e com as marcas dinâmicas «de repente/ então»;
 - 3) a adição a estas unidades dos conectores que introduzem ainda outras oposições: «quando/ logo que/ enquanto» (Rebelo, Marques e Costa, 2000, p. 223 e 224).

4. A aprendizagem de ciência e o desenvolvimento de competências na área da Matemática

Cada vez mais se dá maior importância ao desenvolvimento de competências em Matemática embora, os resultados em Portugal não sejam muito animadores. Considerando a génese e o desenvolvimento de grande número de conceitos e temas matemáticos, efectivamente, não se pode deixar de constatar que estão completamente interrelacionados com o desenvolvimento das Ciências ditas Físico-Naturais. E na escola, poderá o desenvolvimento de competências científicas estar desligado do desenvolvimento de competências matemáticas? O que revelam os estudos internacionais acerca da literacia dos alunos?

4.1 – As competências de literacia reveladas em estudos internacionais

Tem havido um esforço a nível internacional no sentido de serem elaborados estudos para se avaliarem competências de literacia: matemática, científica e de leitura. Feita uma análise dos

estudos internacionais sobre avaliação de competências em Matemática e em Ciências desde 1991, a crianças dos nove aos quinze anos, o desempenho dos alunos portugueses em relação a outros países tem sido fraco, como refere Ramalho (2003).

Os resultados obtidos em contexto de leitura (IEA – 1991; IALS – 1998; PISA – 2000) mostram que o desempenho dos alunos portugueses é melhor em leitura de textos narrativos e piores em leitura de documentos.

Nas competências avaliadas no domínio da matemática (SIAEP – 1991; TIMSS – 1995; PISA – 2000), os alunos revelam dificuldades na resolução de problemas e têm melhores resultados no conhecimento de procedimentos e na compreensão conceptual.

No que diz respeito às competências e conteúdos em ciências (SIAEP – 1991; TIMSS – 1995; PISA – 2000), é de salientar que as dificuldades dos nossos alunos foram semelhantes às verificadas a nível internacional, embora os resultados tenham sido mais fracos.

Os resultados no PISA 2003¹¹, pelos alunos portugueses de quinze anos de idade, revelam um desempenho modesto comparativamente com o desempenho médio dos alunos da OCDE. Numa escala de seis níveis, 30% dos nossos alunos, obteve um nível de proficiência inferior a 1 na literacia matemática, como refere Ramalho (2004), e apenas 21% dos alunos da OCDE obtiveram o mesmo nível. Isto significa que cerca de um terço dos nossos alunos apenas responde correctamente a «questões que envolvem contextos familiares, em que toda a informação relevante para a resolução está presente, e só consegue identificar informação e levar a cabo procedimentos de rotina de acordo com instruções, em situações explícitas» (Ramalho, 2004, p.16). Os nossos alunos apenas têm alguma facilidade em responder acertadamente a questões «que se podem considerar óbvias e que decorrem directamente dos estímulos apresentados» (id., ib.).

Relativamente aos níveis de proficiência mais elevados, em Portugal, 5% dos alunos obtiveram níveis de 5 e 6, contra 15 % dos alunos do espaço da OCDE.

Embora só em 2006 sejam definidos níveis de proficiência para a literacia científica, no estudo PISA 2003, esta foi definida como sendo a «capacidade de cada indivíduo usar o conhecimento científico, de reconhecer questões científicas e de retirar conclusões baseadas em evidência, de forma a compreender e a apoiar a tomada de decisões acerca do mundo

¹¹ O estudo PISA 2003 focalizou-se na literacia matemática e teve como domínios secundários as literacias científica e de leitura e a resolução de problemas.

natural e das mudanças nele efectuadas através da actividade humana» (Ramalho, 2004, p. 53). A operacionalização desta definição passou pela identificação de três dimensões: processos, conteúdos e contextos.

Os resultados mostraram um desempenho dos rapazes ligeiramente acima do desempenho das raparigas.

Passando agora aos resultados obtidos a nível dos conhecimentos e competências em Ciências dos alunos a nível do 1.º ciclo (3.º e/ ou 4.º ano), os resultados também não são nada animadores. Da síntese efectuada por Ramalho (2003), no estudo SIAEP os nossos alunos de nove anos ficaram em 14.º lugar em 14 países. As dificuldades, nas capacidades e processos cognitivos, situavam-se na *integração da ciência* e tornou-se mais acessível o *conhecimento da ciência* seguindo-se o *uso da ciência*. Dos conteúdos testados (a ciências da vida, a ciências físicas, a ciências da terra e do espaço e a natureza da ciência), os alunos portugueses tiveram melhores resultados nos conteúdos de *ciências da vida* e piores nas *ciências físicas*.

No estudo TIMSS os alunos do 3.º ano ficaram em 22.º lugar em 24 países e os do 4.º ano ficaram em 22.º em 26 países. As áreas de conteúdo testadas foram: ciência da terra; ciência da vida, ciência física, e ambiente e a natureza da ciência. Os alunos obtiveram melhores resultados na ciência da vida e tiveram mais dificuldades nas questões de ambiente e natureza da ciência.

Globalmente, estes estudos mostram resultados pouco favoráveis acerca do desempenho dos alunos portugueses relativamente a outros países. Porém, servem como ponto de partida para reflectir sobre a importância de se iniciar, desde os primeiros anos de escolaridade, uma aposta em experiências de aprendizagem significativas, proporcionando um desenvolvimento efectivo de competências de literacia científica, de leitura e matemática.

4. 2 – Desenvolver competências de Matemática partindo das Ciências

A aprendizagem de ciências está muitas vezes ligada à matemática, e esta necessita muitas vezes do contexto experimental das ciências para melhor desenvolver e contextualizar os conceitos. Diz-se frequentemente e referimo-lo também anteriormente que as actividades científicas são consideradas por vários autores como geradoras de outras competências para além das competências científicas. Por exemplo, Sá (1994), citando Harlen no relatório da UNESCO diz claramente «reconhecem-se amplamente as relações entre desenvolvimento

científico e matemático» (ib., id.). Para o autor, «a compreensão dos números, das ordens de grandeza, dos processos de medição etc., é claramente desenvolvida quando os alunos aplicam tais noções a problemas reais que emergem, por exemplo, nas actividades de ciências» (p. 25).

Investigações levadas a cabo por Vygotsky (1998), levaram-no a concluir que, quando «a criança aprende alguma operação aritmética ou algum conceito científico, o desenvolvimento dessa operação ou conceito apenas começou» e acrescenta que «a curva do desenvolvimento não coincide com a curva do aprendizado escolar; em geral, o aprendizado precede o desenvolvimento» (p. 127).

Se existem conceitos complexos como a compreensão do número, a medida e a probabilidade que são considerados fundamentais para a formação científica, como refere Bruner (2001), então, sugere que «a instrução nestas matérias deverá iniciar-se o mais cedo possível e mediante procedimentos que sejam intelectualmente honestos e coerentes com as formas infantis de pensamento» (p. 158).

Para ajudar as crianças a entender matematicamente as suas vivências, Wood (1996) diz que Piaget dá ênfase à «importância da actividade pertinente e da resolução de problemas auto-orientada, enquanto bases desenvolvimentais próprias da compreensão conceitual[sic] mais abstracta» (p. 310). Diz ainda que, para Bruner, a instrução é um «pré-requisito necessário para que as actividades espontâneas da criança se transformem em pensamento simbólico, racional» (p. 310 e 311). Bruner e Piaget, segundo Wood (1996), partilham da opinião de que a «acção é o ponto de partida para a formação do pensamento abstracto e simbólico» (p. 311). Embora partilhem da ideia de que o conhecimento se desenvolve em função de uma crescente “abstracção”, no entanto discordam relativamente ao momento ou estágio em que se dão os modos de representação.

A teoria piagetiana assegura que as crianças só se tornam capazes de desempenhar tarefas que envolvam o uso de preposições hipotéticas abstractas ou de notação algébrica ao atingir o estágio das operações formais, Bruner afirma que, mediante instrução apropriada, crianças muito menores podem aprender a executar e compreender tais actividades intelectuais. Wood (1996), p.312.

Bruner e Piaget, segundo Wood (1996) são concordantes no facto de que para que os procedimentos sejam compreendidos pelas crianças, estes devem estar inseridos em actividades práticas. Ambos dão «ênfase à importância para o ensino da matemática, das actividades práticas pertinentes, da resolução de problemas e da necessidade de não voltar a

atenção somente para os procedimentos, mas também para o estímulo da compreensão conceitual [*sic*]» (p. 344).

Também Snow e Yallow, referenciados por Wood (1996), chegaram à conclusão de que a utilização contínua de «actividades práticas, ilustrações, exemplos concretos e ensino por pequenas etapas» (p. 254), favorece a aprendizagem de crianças com dificuldades.

Uma forte corrente de investigação em educação matemática, da actualidade, é da opinião de que a aprendizagem de matemática não deve ser feita, partindo das construções matemáticas em si mesmas como o foram ao longo de séculos, como diz Ozámiz (2001), mas «num contínuo contacto com as situações do mundo real que lhes deram e continuam dando sua motivação e vitalidade» (p. 108).

Fomentar o gosto pela Matemática é, para Ozámiz (2001), começar a trabalhar de uma forma agradável em actividades e manipulações atraentes para as crianças. A «apreciação das possíveis aplicações do pensamento matemático nas ciências nas tecnologias actuais podem encher de assombro e prazer a muitas pessoas mais orientadas para a prática» (p. 113).

Por outro lado, a utilização de materiais manipuláveis como sejam os instrumentos de medida tornar-se-ão mais significativos para os alunos quando a sua utilização está contextualizada por exemplo, na resolução de um problema numa actividade de ciências. Muitas vezes, o «recurso aos materiais manipuláveis e aos instrumentos tecnológicos, por exemplo, é imprescindível como ponto de partida ou suporte de muitas tarefas escolares» (Abrantes, Serrazina e Oliveira, 1999, p. 25).

Referindo-se à importância da problematização para a aprendizagem, Lopes (1994), fala de alguns aspectos relevantes apontados por Stinner, dizendo que «a relação entre a Física e a Matemática deve ser progressiva, isto é, a exploração física das situações deve ser feita até que seja completamente compreendida», (p. 42). Só depois de se compreender bem a situação é que se deve aperfeiçoar com a introdução progressiva da linguagem matemática. Outro aspecto apontado é o de que «o ensino deve ser feito a partir de um contexto apropriado e do qual as questões e os problemas surjam com naturalidade para os alunos», (id., ib.).

A aliança entre a Matemática e a Física é referida por Mialaret (1975), dizendo que os «diferentes e sucessivos aperfeiçoamentos far-se-ão, conseqüentemente, tendo em conta conhecimentos adquiridos, tendo em conta experiências da criança, tendo em conta laços entre a Matemática e a Física», (p. 33).

Reforça-se aqui a ideia de quão importantes podem ser as actividades experimentais de ciências aliadas à resolução de problemas de teor matemático, opinião que se partilha com Mialaret (1975):

Partir do real, da observação e da experimentação das coisas para se levantarem problemas de Matemática, tornar a encontrar na realidade os terrenos de aplicação e compreender assim melhor os fenómenos reais, inventar problemas nos quais a originalidade não é procurada à custa da gravidade e da solidez racionais, constituem actividades altamente educativas e desenvolvem, no adolescente uma confiança no estudo da Matemática inteiramente favorável e fecunda para a sua posterior evolução (p.36).

A importância de se ensinar as crianças a utilizar a matemática para resolver problemas da vida corrente, é para Mialaret (1975), um aspecto a ter em conta, uma vez que defende que os «problemas apresentados às crianças sejam extraídos da sua vida quotidiana e que os conhecimentos e os seus hábitos possam permitir-lhes dar um conteúdo vivo aos termos do enunciado» (p.133). Aponta como escolha para uma iniciação um de dois métodos: ou o método de feição dedutiva (o mais próximo possível da matemática real), ou um método a que chama psicológico por partir das vivências da criança com o meio, tendo em conta «a sua experiência real e a orientada para uma matematização progressiva», (p. 31).

Outro aspecto não menos importante é a questão da linguagem utilizada pelos alunos quando realizam tarefas onde estão presentes conceitos ligados à matemática. Por vezes, constituem um entrave para o raciocínio das crianças, como sugere Mialaret (1975), que classifica as palavras ou expressões matemáticas em três espécies: «ou são as da linguagem corrente com o seu sentido habitual, ou são as da linguagem corrente utilizadas com um significado diferente, ou pertencem propriamente à Matemática», (p.139). Salienta que «a questão da linguagem matemática é mais importante no que diz respeito à aquisição de palavras e expressões novas cuja utilização é necessária» (p.141), ou seja, veja-se o exemplo dado pelo autor relativamente à palavra “hipotenusa” – os alunos tiveram muitas mais dificuldades em responder à questão «Como se chama, num triângulo rectângulo, o lado oposto ao ângulo recto?» (p.141), do que efectuar o cálculo «Qual é a hipotenusa do triângulo ABC?» (p.142).

Na resolução de um problema que é colocado a uma criança de sete anos, Mialaret (1975), diz que a criança terá que «realizar de facto ou mentalmente, uma operação concreta e em «traduzi-la» depois por meio de uma linguagem específica; sabe-se que esta aprendizagem não se faz sem esforço» (p. 196). Efectivamente a criança experimentará ainda muitas dificuldades apesar da descoberta e de já ter usado «várias sequências simultâneas de

«pensamento-linguagem» e de as ter relacionado, até ser capaz de executar uma tradução¹² reversível» (p. 195).

O rigor da linguagem, tão importante em ciência (e consequentemente na aprendizagem de ciência), é também um imperativo referido por Abrantes *et al.* (1999), à medida que os alunos vão avançando na aprendizagem. A matemática é uma actividade mental como diz Lovell (1988), para «ajudar a criança a desenvolver seus conceitos matemáticos, também precisamos de ensinar a linguagem e os seus símbolos correspondentes» (p. 19).

O raciocínio científico ou matemático exige um trabalho sistemático no sentido de criar situações que permitam trabalhar e desenvolver esta competência, contribuindo assim para uma maior literacia. Segundo Mialaret (1975), «estudar matemática é, essencialmente, aprender a raciocinar e a criar o hábito de tomar consciência do raciocínio pessoal realizado», (p.22). Considera que as regras do raciocínio matemático não são inatas, exigem uma aprendizagem, assim como se constrói em simultâneo, o raciocínio *hipotético-dedutivo*.

Considera-se que ao trabalhar as ciências numa determinada perspectiva, pode-se contribuir para o desenvolvimento de outras competências e o facto de trabalhar os mesmos conteúdos em diferentes contextos está de acordo com Abrantes *et al.* (1999), que afirma:

A aprendizagem é um processo gradual de compreensão e aperfeiçoamento. À medida que se vão envolvendo em novas situações, os alunos vão relacionando aquilo que já sabiam com as exigências das novas situações. Nesta perspectiva, a aprendizagem é, em grande parte, uma questão de estabelecer relações, ver as mesmas coisas de outros ângulos ou noutros contextos (p. 26).

Relativamente à geometria, Medici (1986) crê que cada observação ou cada experiência só tem sentido ou valor científico quando se apoia num raciocínio que a teoria denomina por trabalho experimental. Numa primeira abordagem, a geometria faz parte da física e como tal, «deve ser tratada com método experimental» (p.16).

Referindo-se aos resultados obtidos pelos alunos em avaliações de matemática, Charpak (1997), conclui que não são postas em causa só as técnicas operatórias dos alunos mas, principalmente o seu uso em problemas, ou seja, o sentido das operações. Para ajudar a melhorar o desempenho dos alunos, o autor propõe criar *situações-problemas* (exemplo arrumar livros, completando prateleiras), e conduzir os «alunos para a sua resolução

¹² Mialaret (1975) considera que a criança efectua uma primeira *tradução* quando ela é capaz de «passar do plano da impressão efectiva à linguagem», (p. 195).

permitindo-lhes que percorram todas as etapas (construção de um modelo geométrico, medições, previsões, verificações, instalações, correcções, etc.)» (p. 161).

Também Abrantes *et al.* (1999), se refere a estudos nacionais e internacionais sobre competências matemáticas salientando igualmente que os nossos alunos «têm desempenhos razoáveis nos procedimentos rotineiros de cálculo mas têm resultados muito fracos em tarefas de resolução de problemas» (p. 21).

A manipulação de materiais (como o termómetro, copos graduados, régua graduada, as escalas usadas na elaboração de gráficos, etc.) em situações experimentais constitui um recurso privilegiado e contextualizado, permitindo desenvolver o raciocínio científico e matemático.

Pretendeu-se, assim, sublinhar a importância que é dada às actividades experimentais para a compreensão de conceitos matemáticos e consequentemente para o desenvolvimento de competências.

III – Metodologia

1. Opções Metodológicas

Tendo em conta as características e os objectivos pelos quais se pautou, este estudo poder-se-á enquadrar no paradigma qualitativo ou naturalista uma vez que o objecto de estudo é o desenvolvimento de competências essenciais a partir da implementação do trabalho experimental do ensino das ciências, no contexto do funcionamento normal da actividade lectiva (com toda a interactividade que lhe é característica), na sala de aula. Ou seja, em contexto **real, natural e, por isso mesmo, complexo**.

São estes aspectos contextuais que alicerçam a nossa opção pelo método de **Estudo de Caso Qualitativo**, já que, tendo em conta as principais características do método definidas por Sharan Merriam¹³, o estudo caracteriza-se por ser:

- *particular* pois aborda o desenvolvimento de competências por parte de um grupo específico de alunos do 1.º ciclo de duas escolas da cidade de Lisboa;
- *descritivo*, já que pretendeu que o discurso narrativo que dá corpo ao texto do «relatório da investigação» (particularmente ao nível da análise de dados), resulte numa descrição que facilite e promova de forma clara a compreensão dos fenómenos ocorridos relacionados com o objecto de estudo;
- *indutivo* porque tem por base o raciocínio indutivo, onde a reformulação ou a descoberta de relações e de enfoques da investigação emergem da análise dos dados resultantes de diversas fontes. Nesta perspectiva, a categorização dos dados resulta dos próprios processos de recolha e análise de dados e não de categorias definidas *a priori* pela via dedutiva;
- *heurístico* porque, ao abordar uma temática que diz respeito a um universo muito alargado de possíveis interessados pela pesquisa em si, ou pelos seus resultados, pode

¹³ Serrano (1994a), dá-nos conta do trabalho de Sharan Merriam publicado em 1988, onde, esta investigadora, após uma revisão de diversos estudos (Guba e Lincoln, 1981; Helmstadter, 1970; Hoaglin et al., 1982; Stake, 1981; Wilson, 1979), refere ter encontrado uma pluralidade de características e de terminologia das quais destaca como propriedades essenciais de um estudo de caso qualitativo as seguintes características: **particular, descritivo, heurístico, indutivo e holístico**.

contribuir para aprofundar a sua compreensão sobre o objecto de estudo, fazer emergir novas inquietações e reflexões de ordem prática ou teórica, descobrir novos significados e novos enfoques, alargar a sua experiência, confirmar ou infirmar convicções ou expectativas...;

- *holístico* tendo em conta que se pretende estudar o caso de uma forma global, isto é, integrado no seu contexto e articulado com os processos em que se desenvolve ou que desenvolve.

Por sua vez, consideram-se que as questões relacionadas com o desenvolvimento de competências pelos alunos, nomeadamente no Ensino Básico, são temáticas pertinentes e actuais que marcam a agenda da política educativa, em Portugal, particularmente ao nível da organização e desenvolvimento curricular e da reconceptualização daquilo que se entende por Currículo Nacional. Ora, nesta conjuntura, as fronteiras do objecto de estudo não surgem claramente evidentes face ao seu contexto e a outros fenómenos. Por isso, estes devem merecer a nossa atenção no sentido de compreender a articulação entre eles. Nesta perspectiva, foram utilizadas várias fontes de dados recolhidos através de inquéritos por questionário, entrevistas, relatórios, observação e análise documental¹⁴.

Dos dados recolhidos, foram objecto de análise: registos individuais efectuados pelos alunos; as transcrições das entrevistas individuais efectuadas às professoras envolvidas no estudo, no início e no final da investigação; os inquéritos por questionário inicial, intermédio e final aplicados aos alunos; os resultados da aplicação de instrumentos usuais como as Tarefas de Shayer e os protocolos das observações em contexto de sala de aula. O cruzamento dos dados permite efectuar a triangulação que proporciona um maior grau de confiança nos métodos utilizados. Segundo Serrano (1994 b), a triangulação implica reunir uma variedade de dados e métodos referentes ao mesmo fenómeno e que os dados sejam recolhidos de pontos de vista diferentes e que sejam tecidas múltiplas comparações de um único fenómeno.

¹⁴ Estes pressupostos vão de encontro à definição de estudo de caso proposta por Yin (1988, citado por Carmo e Ferreira, 1998) como sendo «uma abordagem empírica que:

- investiga um fenómeno actual; quando,
- os limites entre determinados fenómenos e o seu contexto não são claramente evidentes; e no qual
- são utilizadas muitas fontes de dados».

2. Contexto e Sujeitos do Estudo

O estudo contextualizou-se em duas escolas do 1.º ciclo, da cidade de Lisboa inseridas em meios cujas populações escolares apresentam características sócio-culturais semelhantes. Poder-se-á dizer que estas escolas globalmente servem uma população estudantil proveniente de um nível social, cultural e económico médio elevado. Ambas abrangidas pelo Regime de Autonomia, Administração e Gestão de acordo com o Decreto-Lei n.º 115-A/98, de 4 de Maio, Escola A pertence a um agrupamento de escolas, enquanto que a Escola B, por se tratar de uma escola de grande dimensão, possuindo mais de trezentos alunos, não se encontra agrupada.

A escolha não recaiu sobre as escolas ou sobre os alunos em si, apesar de termos como primeiro critério, alunos que estivessem no 3.º ano de escolaridade, mas sim sobre as professoras. Os critérios que tiveram por base esta selecção foram-no, de certa forma, por conveniência uma vez que uma professora da Escola A se mostrou interessada pelo projecto de estudo.

A escolha da segunda professora e da respectiva turma surgiu em diálogo com a primeira que sugeriu a Escola B onde havia uma turma do 3.º ano que estava a cargo de uma docente que poderia estar interessada em participar no estudo. A terceira professora surge no ano lectivo seguinte por ter ficado com a turma B e ter aceite o convite para colaborar connosco, dando assim continuidade ao trabalho iniciado com os alunos.

Assim, a forma como os sujeitos do estudo são seleccionados assemelha-se à que Woods (1999) chama de «amostra de oportunidade» (já que o acesso nos foi oferecido) ou de «amostra de bola de neve» em que aquela se consegue «através de contactos e recomendações pessoais». Ora, na perspectiva deste autor «não há nada de errado neste procedimento, desde que não sejam feitas certas considerações indevidas relativas à generalização» (p.69).

2.1 – Caracterização das escolas

A Escola A é a sede de um agrupamento constituído por mais cinco estabelecimentos do 1.º ciclo e da educação pré-escolar, onde funciona a secretaria e onde se encontra o gabinete do conselho executivo. Para além destes espaços, possui dez salas de aula, uma sala de recursos (equipada com algum materiais de laboratório, alguns jogos educativos, dez computadores, leitor de vídeo, gravador áudio, projector de diapositivos, retroprojector e episcópio), uma

sala de professores, um gabinete de apoio educativo, um balneário equipado com algum material de Educação Física, instalações sanitárias e outros dois gabinetes. Possui ainda um pequeno ginásio polivalente que funciona num local de passagem, contíguo ao refeitório e cozinha, permitindo o acesso às salas de aula do pré-escolar e do 1.º ciclo. Esta escola tem ainda um pátio interior como espaço de recreio. Também possui um grande espaço exterior de recreio com baloiços e vários campos de jogos distribuídos por várias áreas que servem, em horários diferentes, os alunos do pré-escolar e do 1.º ciclo. No espaço da escola existe ainda a residência do guarda-nocturno.

A **Escola B** funciona em dois edifícios separados com idênticas dimensões. Num deles existem oito salas de aula, um refeitório com cozinha, instalações sanitárias, uma arrecadação, uma sala de professores e um gabinete das auxiliares da acção educativa. Possui um espaço exterior com campo de jogos, uma área coberta e espaço/parque lúdico para as crianças. No outro edifício existem seis salas de aula, um centro de recursos onde existe uma vasta biblioteca e ludoteca com muitos jogos educativos, diversos materiais de laboratório, seis computadores, leitor de vídeo, projector de slides, retroprojector, gravador áudio etc. Neste edifício situa-se, também, a secretaria e o gabinete do conselho executivo que é contíguo à sala de professores que serve também como sala de reuniões. Existem, ainda, para além das instalações sanitárias, um gabinete das auxiliares da acção educativa, uma arrecadação e um refeitório. O espaço exterior é semelhante ao do outro edifício contendo as mesmas valências.

2. 2 – Caracterização dos sujeitos

O estudo decorreu em duas turmas, cujos alunos, no ano lectivo de 2000/01, se encontravam no 3.º ano de escolaridade e em 2001/02, no 4.º ano. As turmas abrangidas por este estudo são identificadas pelo ano de escolaridade e uma letra referente a cada uma das escolas. Assim, teremos 3.º e 4.º *A*, para identificar a turma da **Escola A** e 3.º e 4.º *B* para identificar a turma da **Escola B**, respectivamente. Para assegurar o anonimato das professoras, foi por cada uma delas escolhido um nome de código: **Anabela** – 3.º *A* e 4.º *A*; **Carla** – 3.º *B* e **Carolina** - 4.º *B*. Aos alunos em estudo, a fim de manter também o seu anonimato foi-lhes atribuído um código: a letra correspondente à turma (*A* ou *B*), seguida de um número compreendido entre 1 e 25 (*A1*,... *A24*; *B1*,... *B25*). Para manter a ordem alfabética e o código durante os dois anos lectivos, aos alunos que integraram a Turma *B* pela primeira vez, (*B4'* e *B14'*), foi-lhes

acrescentado à frente do número que lhes corresponde (ordem alfabética), um «apóstrofe» para distinguir do (B4 e B14), já existente.

As professoras

A **Anabela** tem 29 anos de idade, encontra-se em exercício de funções docentes na escola A, desde o ano lectivo 1999/2000, a leccionar na **Turma A**. Está a cumprir o sétimo ano de serviço. Terminou a formação inicial (Curso de Professores do 1.º Ciclo), numa Escola Superior de Educação privada e prosseguiu os seus estudos fazendo, mais tarde, a licenciatura na variante de Português e História. O seu interesse pelas Ciências não está relacionado com a sua formação académica, mas sim com a sua experiência profissional, tal com a própria esclarece numa entrevista: «só tomei conhecimento e experiência quando fui trabalhar para uma escola onde essa área era privilegiada e comecei a tomar contacto com materiais e a ter formação e a gostar mais... E a aplicá-la com os alunos» (E1, p.1)¹⁵. Também disse que tinha escolhido esta profissão porque gostava muito de «...ser útil aos outros (...) e contribuir também para que cada um construísse um mundo mais feliz» (E1, p.1). Não guarda boas recordações da sua escola primária chegando mesmo a dizer «... porque a minha professora era muito má e... eu tinha medo da escola. (...) quando vou à escola onde estudei, o cheiro da escola agonia-me (...). E, se de algum modo eu puder contribuir para que as crianças que eu ajudo a educar não vejam a escola dessa forma...» (E1, p.2).

A **Carla** que esteve com a **Turma B** apenas no 3.º ano, tem 27 anos de idade, terminou a licenciatura em 1997, numa Escola Superior de Educação pública na variante de Matemática e Ciências e está neste ano a cumprir o quarto ano de serviço nesta escola. Na entrevista disse: «...desde muito pequena que gostei de ensinar aos mais pequeninos, (...) quando acabei o 12.º ano comecei a dar explicações» (E2, p.2).

Carolina, a professora que, no ano lectivo 2001/02 ficou com a **Turma B**, tem 26 anos de idade, terminou o curso de Professores do 1.º Ciclo em 1999, numa Escola Superior de Educação privada, tendo, posteriormente, concluído a licenciatura em 2001. Está no terceiro ano de serviço, tem alguma tradição familiar nesta profissão e com muito gosto, refere «...tenho muito, muito boas recordações da minha escola primária, da minha professora primária (...) gosto muito de desafios, de experimentar coisas novas e nós nesta profissão todos os dias temos um desafio à frente» (E3, p.4).

¹⁵ E1 deve ler-se Entrevista 1; E2 deve ler-se Entrevista 2...

Os alunos

No Quadro 2 explicitam-se alguns dados referentes ao número de alunos distribuído por sexo e idade nas turmas A e B nos dois anos lectivos em que decorreu o estudo.

Quadro 2 – Número de Alunos por Idade e Sexo em cada Turma

ANO LECTIVO	TURMAS	8 ANOS		9 ANOS		10 ANOS		11 ANOS		NÚMERO TOTAL DE ALUNOS
		Masc	Fem	Masc	Fem	Masc	Fem	Masc	Fem	
2000/01	3.º ano A	9	12	2	0	0	1	0	0	24
	3.º ano B	12	10	1	0	0	0	0	0	23
2001/02	4.º ano A	0	0	9	10	2	0	0	1	22
	4.º ano B	0	0	12	10	1	1	1	0	25

Em relação ao nível sócio-cultural, foram consideradas as habilitações literárias (grau académico) da mãe. A opção das habilitações da mãe na caracterização sociológica dos alunos tem a ver com o facto de geralmente ser a mãe quem lida mais de perto com a criança, «alguns estudos têm referido que a habilitação académica é uma variável importante na resposta das crianças à escola e que as crianças, pelo menos nesta faixa etária, tendem a ser mais influenciadas pela mãe do que pelo pai no processo de socialização familiar». (Afonso e Neves, 1998).

O Quadro 3 dá conta da distribuição dos alunos de cada uma das turmas em conformidade com as habilitações académicas das mães.

Quadro 3 - Distribuição dos Alunos das Turmas conforme o Grau Académico das Mães

<i>Grau Académico</i>	<i>Turma A</i>	<i>Turma B</i>
Mestrado	1	0
Licenciatura/ Bacharelato	9	7
Ensino Secundário	2	2
3.º Ciclo	1	1
2.º Ciclo	0	2
1.º Ciclo	2	1
Desconhecido ¹⁶	8	12

¹⁶ Considerámos «desconhecido» o grau académico das mães, por não constar no processo individual dos alunos e porque apesar de ter sido perguntado aos alunos, estes desconheciam as habilitações literárias dos pais. Alguns deles revelavam as profissões mas não quisemos fazer inferências para não cometer erros indesejáveis.

Os alunos da Turma A

No ano lectivo 2000/01 foi feito o levantamento possível de alguns dados de estrutura, referente aos alunos da **Turma A**, tendo-se conseguido apurar que três (A10, A13 e A23) dos 24 alunos da turma a frequentar o 3.º ano, tinham quatro anos de frequência de 1.º ciclo, o que significa que já haviam sido retidos uma vez.

Relativamente ao «aproveitamento», segundo a professora trata-se de uma turma que «não é muito homogénea» (E1, p.3) e com alguns problemas de comportamento. Referiu ter alguns alunos «bastante instáveis» (E1, p.3). Revelou, ainda, que tinha na turma «cinco crianças que não estão a nível do 3º ano, em todas as áreas (...) entraram o ano passado para o 2º ano sem saber uma letra» (E1, p.4). Na área da Matemática referiu revelarem dificuldades de «raciocínio, na compreensão e na resolução de problemas». Relativamente aos outros alunos disse: «não tenho alunos brilhantes mas tenho uma turma média (...) comparativamente a outras que já tive» (E1, p.4).

A professora Anabela lecciona esta turma desde o 2.º ano. No 1.º ano, estes alunos «estiveram quatro meses sem aulas» (E1, p.4), por isso, para a professora, o trabalho inicial com a turma, revelou-se uma tarefa muito difícil.

Há dois casos especiais «uma criança de origem turca que não compreende muito bem a língua portuguesa» (E1, p.3). Trata-se do aluno A23 que veio integrar a turma no 2.º ano, segundo a docente, «é política na escola, desde há dois anos, que as crianças que fiquem retidas no ano, não acompanham o grupo», se for «benéfico a criança passar para um grupo de escolaridade anterior, faz-se isso», como foi o caso deste aluno. Registe-se, no entanto, que a Anabela, neste caso particular, considera que a decisão não foi benéfica para o aluno e justifica a sua opinião assinalando alguns problemas de integração e adaptação à nova turma, por parte do aluno. O outro caso é A10, uma aluna de etnia cigana que falta muito e que, de acordo com a docente, tem grandes dificuldades de aprendizagem, encontrado-se «agora a começar a juntar as sílabas» e «ao nível do raciocínio matemático está muito, muito pobre (...) não assimila com facilidade. A expectativa da sua família relativamente à escola é muito baixa, uma vez que já manifestaram a vontade que a aluna não frequente o 2.º ciclo» (E1, p.4).

As preferências destes alunos são, segundo a professora, os *Ateliers*. Trata-se de um projecto que ocorre uma vez por semana onde durante uma hora os alunos escolhem, entre várias actividades, a que mais gostam ou com a qual mais se identificam. Frequentam essa

actividade durante um período lectivo, o que significa que fazem três actividades diferentes num ano. Existem *Ateliers* específicos para o 1.º e 2.º anos e para o 3.º e 4.º anos. A professora também refere que os alunos gostam de Educação Física, de resolver problemas de Matemática, de ler e escrever textos.

Os alunos da Turma B

No ano lectivo 2000/01 foi feito o levantamento possível de alguns dados de estrutura que permitiu identificar um aluno (B7) que tinha sido já retido duas vezes (uma vez que tinha quatro anos de frequência de 1.º ciclo) e frequentava o 2.º ano de escolaridade. Trata-se de uma turma que teve uma professora diferente em cada ano lectivo, reflectindo-se de alguma forma no comportamento instável dos alunos como acentuou a Carla (que leccionou no 3.º ano de escolaridade): «esta turma, quando eu cheguei (...) a nível de comportamento, era péssima, (...) não tinham regras de comportamento, era desapropriado mesmo. Aos gritos e sabe-se lá mais o quê» (E2, p.3). A pouco e pouco esta professora foi conseguindo inverter a situação e considera muito gratificante o trabalho e a mudança que conseguiu operar, particularmente, nos alunos B7 e B9. Refere-se principalmente ao aluno B7 «que está no 2.º ano, mas está ao nível do 1.º ano» e que «com ajuda da professora do ensino especial», com quem trabalha uma hora e meia por semana, tem conseguido bons progressos: «já sabe ler textos com nove frases, já consegue ler, não tudo, mas muita coisa (...) ele está muito motivado (...) tem andado muito mais calmo (...) quer aprender a ler, a escrever» (E2, p.4).

As preferências destes alunos, segundo a professora, são a Educação Física e a realização de experiências.

3. A Recolha de Dados

O estudo de caso é caracterizado pelo recurso a diversas fontes de informação utilizando várias técnicas que permitam uma recolha de dados em profundidade. Os instrumentos e técnicas seleccionadas tiveram como finalidade responder à questão central da investigação, ou seja, perceber se a utilização de actividades experimentais permite o desenvolvimento de competências específicas de Estudo do Meio bem como de outras competências essenciais. Das usuais técnicas de recolha de dados optou-se por utilizar a análise documental dos diferentes registos (relatórios, respostas a questionários) dos alunos, complementada com a entrevista (das professoras) e a observação.

A recolha de dados nas duas turmas foi condicionada por dois tipos de factores: (1) tempo disponível, já que durante o ano lectivo 2000/01 a investigadora estava no exercício de funções docentes numa escola e, por isso, impedida de proceder às observações em contexto de sala de aula, nas duas turmas, como seria desejável; (2) vontade e necessidade de respeitar, ou em não alterar substancialmente, a programação das professoras.

3.1 – Percursos da investigação

Perante estes condicionalismos, a incursão no terreno de investigação tornou-se necessariamente mais limitada. Os Quadros que se seguem dão conta da trajectória da investigação possível, nos anos lectivos 2000/ 01 e de 2001/ 02. Os principais momentos formais de recolha de dados, sobre os quais se efectuou a análise de conteúdo estão destacados a negrito.

Quadro 4 – Principais Momentos da Recolha de Dados de Janeiro a Julho de 2001 – 3.º Ano de Escolaridade, nas duas Turmas

Turma A		Turma B	
12 Jan 01	Entrevista exploratória (Anexo 1) à professora Anabela (E1)	19 Jan 01	Entrevista exploratória (Anexo 1) à professora Carla (E2)
22 Mar 01	Tarefa 1 de Shayer	07 Feb 01	Observação de uma Exp. “São os materiais feitos de grãos?” (Instituto Superior Técnico)
24 Abr 01	Levantamento de conhecimentos (concepções alternativas sobre calor e temperatura – Anexo 2)	27 Mar 01	Tarefa 1 de Shayer
30 Abr 01	Actividade Experimental 1 – Quente ou frio?	03 Mai 01	Levantamento de conhecimentos (concepções alternativas sobre calor e temperatura – Anexo 2)
10 Mai 01	Actividade Experimental 2 – Aquecimento corpo sólido – Dilatação da barra metálica (Anexo 3).	16 Mai 01	Actividade Experimental 1 – Quente ou frio?
22 Mai 01	Actividade Experimental 3 – Aquecimento corpo líquido – Dilatação (Ver protocolo da professora no Anexo 3).	18 Jun 01	Actividade Experimental 2 – Aquecimento corpo sólido – Dilatação da barra metálica (Ver protocolo da professora no Anexo 3).
25 Mai 01	Actividade Experimental 4 – Aquecimento corpo gasoso – Dilatação/ contração do ar (Anexo 3).	22 Jun 01	Actividade Experimental 3 – Aquecimento corpo líquido – Dilatação (Anexo 3).
07 Jun 01	Actividade Experimental 5 (1.ª parte) – Construção de um termómetro com base na dilatação dos líquidos (água corada)	25 Jun 01	Actividade Experimental 4 – Aquecimento corpo gasoso – Dilatação/ contração do ar (Anexo 3).

11 Jun 01	Actividade Experimental 6 (2.ª parte) – Construção de um termómetro – criação de uma escala	02 Jul 01	Actividade Experimental 5 – Construção de um termómetro com base na dilatação dos líquidos (água corada) Inquérito por Questionário (Anexo 4) – Avaliação intermédia (3.º Ano)
20 Jun 01	Observação e descrição da constituição e do funcionamento de vários tipos de termómetros.		
26 Jun 01	Inquérito por Questionário (Anexo 4) – Avaliação intermédia (3.º Ano)		

No 4.º ano as actividades decorreram de uma forma mais ordenada e sistematizada não só por termos maior disponibilidade de tempo, possibilitando a permanência na sala de aula, em qualquer horário pré-estabelecido pelas professoras, mas também porque ficou combinado que as actividades seriam realizadas semanalmente.

Este carácter mais prescritivo e sistemático para realizar actividades experimentais num dia da semana pré-determinado pode, de alguma forma, ter sido algo forçado, uma vez que não surge do quotidiano dos alunos, retirando-lhes, em certa medida, a possibilidade de participar na planificação dessas mesmas actividades. Esta «lacuna» foi de alguma maneira compensada com a exploração inicial da actividade que as professoras faziam, não só para envolver os alunos criando-lhes a curiosidade pela descoberta de um fenómeno que «surgia», como também para relembrar que se tratavam de actividades que vinham dar resposta às questões por eles colocadas no início do ano. Por economia de tempo e por ser necessário terminar o trabalho de campo, optou-se por esta estratégia (com a concordância das professoras), apesar de se entender que nalgumas situações ela se incompatibilizaria com o funcionamento normal da actividade lectiva decorrente daquilo que se designa por «boas práticas», no contexto do 1.º ciclo.

Neste ano lectivo, a Turma B, esteve durante alguns dias sem professor, motivo pelo qual só iniciaram as actividades em Outubro. Para poder usufruir da realização das mesmas actividades da outra turma e por sugestão da respectiva professora, durante as primeiras semanas, esta turma participaria nas actividades experimentais duas vezes por semana até alcançar a Turma A.

No Quadro 5 constam os principais momentos formais de recolha de dados no ano lectivo 2001/ 02.

Quadro 5 - Principais Momentos da Recolha de Dados de Setembro a Fevereiro de 2002 – 4.º Ano de Escolaridade, nas duas Turmas

Turma A		Turma B	
		04 Out 01	Entrevista exploratória à professora Carolina (E3)
25 Set 01	<p>Área Vocabular da palavra água;</p> <p>Mapa de conceitos prévios (o que sabemos sobre a água) realizado pelos alunos com a ajuda da professora.</p> <p>O que queremos saber sobre a água (Anexo 5).</p>	10 Out 01	<p>Observação de uma aula: Área Vocabular da palavra água;</p> <p>Mapa de conceitos prévios (o que sabemos sobre a água) realizado pelos alunos com a ajuda da professora.</p> <p>Trabalho de grupo – O que queremos saber; Onde/ como podemos procurar (Anexo 5);</p>
02 Out 01	<p>Levantamento oral das concepções dos alunos feito pelas professoras sobre o conceito de evaporação</p> <p>Realização actividades experimentais que envolvam Vaporização – Evaporação: Actividade Exp.1, 2 e 3</p>	15 Out 01	<p>Levantamento oral das concepções dos alunos feito pelas professoras sobre o conceito de evaporação</p> <p>Realização actividades experimentais que envolvam Vaporização – Evaporação: Actividade Exp.1, 2 e 3</p>
09 Out 01	<p>Levantamento oral das concepções dos alunos feito pelas professoras sobre o conceito de evaporação, ebulição, fusão e condensação</p> <p>Realização de actividades experimentais que envolvam:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vaporização – Evaporação/ Ebulição: Actividade Exp. 4 • Fusão e Condensação Actividade Exp.5 	22 Out 01	<p>Levantamento oral das concepções dos alunos feito pelas professoras sobre o conceito de evaporação, ebulição, fusão e condensação</p> <p>Realização de actividades experimentais que envolvam:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vaporização – Evaporação/ Ebulição: Actividade Exp. 4 • Fusão e Condensação: Actividade Exp.5
16 Out 01	Simulação do Ciclo da água (Ver protocolo da professora no Anexo 6) – De onde vem a água?	24 Out 01	Simulação do Ciclo da água (Ver protocolo da professora no Anexo 6) – De onde vem a água?
23 Out 01	Realização de Actividades experimentais que vão de encontro às questões formuladas pelos alunos: Permeabilidade		
06 Nov 01	<p>Realização da Actividade experimental que vai de encontro às questões formuladas pelos alunos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • infiltração 	07 Nov 01	<p>Realização de Actividades experimentais que vão de encontro às questões formuladas pelos alunos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Infiltração • Permeabilidade
15 Nov 01	<p>Realização de Actividades experimentais que vão de encontro às questões formuladas pelos alunos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dissolução • Deposição 	14 Nov 01	<p>Realização de Actividades experimentais que vão de encontro às questões formuladas pelos alunos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dissolução • Deposição

Metodologia

20 Nov 01	Realização de Actividades experimentais que vão de encontro às questões formuladas pelos alunos: <ul style="list-style-type: none"> • Decantação • Filtração 	19 Nov 01	Realização de Actividades experimentais que vão de encontro às questões formuladas pelos alunos: <ul style="list-style-type: none"> • Decantação • Filtração
29 Nov 01	Realização de Actividades experimentais que vão de encontro às questões formuladas pelos alunos: <ul style="list-style-type: none"> • Evaporação até à secura • Destilação com a mistura que se obteve na filtração (Ver protocolo da professora no Anexo 7). • Destilação ao natural 	28 Nov 01	Realização de Actividades experimentais que vão de encontro às questões formuladas pelos alunos: <ul style="list-style-type: none"> • Evaporação até à secura • Destilação com a mistura que se obteve na filtração (Ver protocolo da professora no Anexo 7). • Destilação ao natural
04 Dez 01	Realização de Actividades experimentais que vão de encontro às questões formuladas pelos alunos: <ul style="list-style-type: none"> • Como se obtém água • Produção de energia através de uma queda de água – Barragem • Visionamento de um vídeo (12 min.) - «Água, consegues viver sem ela?» 	05 Dez 01	Realização de Actividades experimentais que vão de encontro às questões formuladas pelos alunos: <ul style="list-style-type: none"> • Como se obtém água • Produção de energia através de uma queda de água – Barragem • Visionamento de um vídeo (12 min.) - «Água, consegues viver sem ela?»
11 Dez 01	Inquérito por Questionário (Anexo 8) – Avaliação final (4.º Ano)	11 Dez 01	Inquérito por Questionário (Anexo 8) – Avaliação final (4.º Ano)
21 Jan 02	Aplicação da tarefa 1 de Shayer	25 Jan 02	Aplicação da tarefa 1 de Shayer
05 Fev 02	Entrevista final à professora Anabela (E5)	29 Jan 02	Exploração dos acetatos do Gico perante um desastre ambiental. Como actuariam? Entrevista final à professora Carolina (E4)
28 Fev 02	Exploração dos acetatos do Gico perante um desastre ambiental. Como actuariam? ¹⁷		

Em todos os momentos atrás mencionados houve recolha de dados através de áudio-gravador no decurso das entrevistas e na observação de aulas.

Salienta-se que os alunos elaboraram um registo de cada uma das actividades experimentais ou das demonstrações efectuadas.

Aquando da planificação do trabalho de campo foi acordado com a Anabela e com a Carolina que a recolha de dados far-se-ia até Dezembro de 2001. Posteriormente, mostrou-se às

¹⁷ A investigadora não esteve presente no dia 28 de Fevereiro, na turma A. No entanto, embora não tenha sido feita a observação, teve acesso aos registos elaborados pelos alunos.

professoras algum material estruturado sobre poluição ambiental que estava no seguimento do vídeo que tinham visualizado. As docentes consideraram tratar-se de um recurso a ser aproveitado e decidiram, já no 2.º período (Janeiro de 2002), explorá-lo com os seus alunos.

3. 2 – As entrevistas

A utilidade do estudo de caso, tal como afirma Stake (1998), é precisamente a descrição e a interpretação que se obtém de outras pessoas. Como tal, a entrevista exploratória (técnica de recolha de dados que foi utilizada no início do estudo) serviu para cumprir aquele pressuposto.

O objectivo principal com a entrevista inicial era o de recolher informação sobre as representações/expectativas das professoras envolvidas no estudo, relativamente às Ciências como parte integrante da área curricular de Estudo do Meio e quais as implicações para o desenvolvimento de competências. Recolher dados por forma a permitir: traçar minimamente o perfil das turmas e das professoras; saber quais as suas motivações, tipos de prática e de actividades experimentais desenvolviam com os seus alunos.

As entrevistas iniciais (Anexo 1) serviram, principalmente, como «pistas de reflexão, ideias e hipóteses de trabalho» (Quivy e Campenhoudt, 1992, p. 68), tendo fornecido um conhecimento mais profundo do terreno e da sua problemática. Permitiram, tal como afirmam Bogdan e Biklen (1994), «recolher dados descritivos na linguagem do próprio sujeito, permitindo ao investigador desenvolver intuitivamente uma ideia sobre a maneira como os sujeitos interpretam aspectos do mundo» (p.134)

Para a condução da entrevista exploratória e da entrevista final, foram elaborados guiões de carácter flexível (Anexo 1 e 11), previamente analisados por especialistas, para validação. Os guiões das entrevistas permitiram estabelecer um fio condutor entre as questões colocadas, sem contudo impedir que fossem introduzidas outras questões e permitiram ainda aprofundar assuntos de interesse das entrevistadas.

Quanto ao grau de estruturação, quer a entrevista inicial, quer a entrevista final, situam-se entre a entrevista estruturada (directiva ou fechada) e a entrevista não-estruturada (não-directiva ou aberta), sendo denominada de «semidirigida» por Ketele e Roegiers (1999), ou semiestruturada porque «se desenrola a partir de um esquema básico, porém não aplicado rigidamente, permitindo que o entrevistador faça as necessárias adaptações», (Lüdke e André,

1986). «A entrevista semidirigida é em parte directiva (ao nível dos temas, dos objectos sobre os quais se quer recolher informações) e em parte não directiva (no interior dos temas)» (Ketele e Roegiers, 1999, p. 193). Assim, com este tipo de entrevista, se por um lado foi permitido às professoras entrevistadas a maior liberdade na maneira de se exprimirem, por outro lado ficou garantida a abordagem dos temas e a recolha de informações que se consideravam pertinentes para os objectivos do estudo. Estas são algumas das vantagens que Ketele e Roegiers (1999), apontam para a entrevista «semidirigida».

Relativamente à entrevista final (Anexo 11), teve como objectivo principal recolher informação sobre a adequação das metodologias utilizadas, bem como, avaliar os aspectos positivos e negativos das estratégias utilizadas, dificuldades sentidas, aspectos a melhorar. Com esta entrevista pretendeu-se ainda, do ponto de vista da perspectiva das professoras: (1) recolher informação sobre a contribuição efectiva das actividades experimentais, para o desenvolvimento de competências específicas das Ciências e para o desenvolvimento de competências gerais dos alunos; (2) identificar as competências que foram desenvolvidas através das actividades experimentais implementadas no 3.º e 4.º ano; (3) recolher a opinião da professora sobre a existência ou não de aprendizagem significativa.

As cinco entrevistas efectuadas (três iniciais: E1, E2 e E3 e duas finais: E4 e E5), depois de transcritas integralmente foram devolvidas às entrevistadas a fim de serem lidas, analisadas e, quando necessário, acrescentadas ou corrigidas.

No início das entrevistas notou-se pouco à-vontade por parte das professoras em relação ao gravador áudio. Mas, no decorrer da entrevista e à medida que iam conversando, ia-se estabelecendo a confiança.

As entrevistas foram feitas em locais sugeridos pelas entrevistadas, sempre em horário pós laboral, em salas disponíveis. As falhas foram posteriormente colmatadas pela própria entrevistada, quando se lhe devolveu a transcrição da entrevista.

Após leitura atenta da transcrição, a entrevistada efectuou algumas alterações que tinham a ver não só com a construção e fluência do seu próprio discurso mas também com o conteúdo, acrescentando texto ou explicitando melhor as suas ideias. As entrevistas foram uma excelente técnica na recolha de informação e serviram principalmente para triangular os dados obtidos através da observação e da análise de documentos.

3.3 – Análise documental

A técnica de análise documental foi o alicerce deste estudo de caso, pois apesar de ter sido utilizada a entrevista e a observação era necessário recolher dados que ultrapassavam uma observação cuidada e atenta e que tiveram a ver com formas de expressão e de pensamento num determinado momento por parte de todos os alunos das duas turmas¹⁸.

Embora a relação pedagógica professor-aluno e aluno-aluno relativamente aos diálogos estabelecidos tivesse muita importância para a investigação, só o recurso à análise documental dos registos escritos realizados pelos alunos, possibilitou o acesso, por exemplo, à previsão elaborada por cada aluno relativamente a todas as actividades experimentais. Stake (1998) refere que frequentemente há necessidade de se utilizarem documentos «como substitutos de registos de actividades que o observador não pode observar directamente» e que por vezes «são observadores mais fidedignos que o investigador, naturalmente», (p. 66).

Guba e Lincoln (1981, citados por Lüdke e André, 1986, p. 39) apontam algumas vantagens na utilização de documentos pois consideram uma «fonte estável e rica» sobre a natureza do contexto e uma «fonte 'natural' de informação» contextualizada.

Através da técnica de análise documental, procurou-se recolher informação pertinente no domínio dos saberes e dos conhecimentos científicos a partir dos documentos produzidos pelos alunos. Procurou-se também retirar dados relativos à expressão escrita dos alunos e à compreensão de fenómenos por eles experienciados.

Os documentos sujeitos a análise, neste estudo, foram agrupados da seguinte forma: Tarefas de Shayer (para avaliar os níveis de raciocínio científico); questionário de avaliação inicial (para inventariação de algumas concepções iniciais dos alunos relativas a calor e temperatura); registos das actividades realizadas; inquérito por questionário de avaliação intermédia (no final do 3.º ano – primeira fase do estudo) e inquérito por questionário de avaliação final (no 4.º ano – final da segunda fase do estudo), para avaliar competências dos alunos; e entrevistas iniciais e finais às professoras.

¹⁸ O uso da análise documental é recomendado em três situações por nós experienciadas:

- «Quando o acesso aos dados é problemático, seja porque o pesquisador tem limitações de tempo ou de deslocamento. (...)
- Quando se pretende ratificar e validar informações obtidas por outras técnicas de coleta, como, por exemplo, a entrevista, o questionário ou a observação. (...)
- Quando o interesse do pesquisador é estudar o problema a partir da própria expressão dos indivíduos, ou seja quando a linguagem dos sujeitos é crucial para a investigação.» (Holsti 1969, citado por Lüdke e André, 1986, p. 39)

Instrumentos de avaliação de homogeneidade das turmas

Tarefas de Shayer – No início do estudo, para averiguar se as duas turmas eram homogéneas em termos de raciocínio, foram aplicadas as “Tarefas de Raciocínio Científico” – Relações Espaciais» *Tarefa 1*. Das Tarefas de Shayer, a Tarefa 1, tem por finalidade testar «a coordenação das relações espaciais e é baseada na obra de Piaget e Inhelder “Concepção de Espaço na Criança” Routledge, Londres, 1956» (Traduzido e adaptado por Morais e Peneda, de Shayer, 1979). Esta Tarefa é um dos vários instrumentos desenvolvidos pelo grupo de Chelsea College da Universidade de Londres e pretendeu «investigar as relações entre o nível óptimo Piagetiano a que cada aluno pode funcionar e a compreensão da Ciência que ele pode atingir» (ib., id.).

Estudos feitos posteriormente por Padilla e Okey em 1981, segundo Almeida e Vilela (1996) revelaram que «as capacidades de processo científico estão formalmente ligadas com o pensamento lógico. Por outro lado, a relação entre a ciência e o desenvolvimento do raciocínio lógico tem sido encarada como biunívoca» (p. 14). Consideram ainda que se a «ciência é responsável pelo desenvolvimento cognitivo, a aquisição de determinados conteúdos científicos, está directamente ligada com a capacidade de raciocínio formal» (ib., id.).

Registo das actividades

No que diz respeito à análise documental referente aos registos escritos pelos alunos no decurso das actividades, optou-se por seleccionar uma sequência de três actividades relativas ao conceito de *dilatação* dos corpos sólidos (barra metálica), líquidos (água corada) e gasosos (ar) que ocorreram no início do estudo, durante o 3.º ano; uma actividade que ocorreu, sensivelmente, a meio do estudo simulação do *ciclo da água* que engloba e dá sentido a cinco actividades anteriores sendo cada uma delas relativa a uma mudança de estado físico trabalhado separadamente (*evaporação, ebulição, fusão e condensação*) e uma actividade que ocorreu próximo do final do estudo, durante o 4.º ano, envolvendo a *destilação*.

Com a análise destas actividades experimentais pretende-se identificar como os alunos desenvolvem competências gerais e essenciais, entre elas, a capacidade de aplicar conhecimentos apreendidos anteriormente, como se desenvolve a capacidade de sequenciar acontecimentos no tempo, de interligar conhecimentos e de interpretar dados, que irão ser objecto de análise na POE (Previsão – Observação – Explicação).

Os registos escritos (previsão, observação e explicação) de todos os alunos das duas turmas, referentes às cinco actividades seleccionadas foram submetidos a uma análise de conteúdo mais aprofundada e sistematizada pretendendo avaliar a evolução do desenvolvimento de competências.

Instrumento de avaliação das concepções dos alunos

Avaliação inicial

No início do estudo sentiu-se a necessidade de averiguar da homogeneidade no tipo de concepções dos dois grupos de alunos, já que, estes eram provenientes de escolas diferentes. Uma vez que as actividades estavam relacionadas com o conceito de calor e temperatura construiu-se um instrumento (inquérito por questionário) para se detectarem *concepções* dos alunos relativamente a esses conceitos.

Assim, os principais objectivos que pautaram esta aplicação prenderam-se com:

- saber se as duas turmas revelavam o mesmo nível de desempenho em questões ligadas ao tema calor e temperatura;
- conhecer concepções alternativas dos alunos das duas turmas referentes aos conceitos de calor e temperatura.

O inquérito por questionário foi construído com base no estudo Driver, Guesne e Tiberghien (1985), e contém três grupos de questões relacionadas com os conceitos de calor e temperatura (equilíbrio térmico; condução de calor; misturas de águas com iguais e distintas temperaturas) como se pode ver no Anexo 2.

Para a validação deste instrumento, o mesmo foi aplicado a alunos do mesmo nível etário e do mesmo ano de escolaridade (para testar a sua adequabilidade e verificar se as questões eram de fácil leitura e compreensão). Esta aplicação foi feita numa outra escola em duas turmas do 3.º ano de escolaridade.

Feita uma primeira análise dos resultados deste instrumento e após a sua aplicação, detectaram-se algumas fragilidades no uso da linguagem e na colocação das questões, pelo que foi reformulado e só depois aplicado nas duas turmas envolvidas no estudo.

Instrumentos de avaliação para análise do desenvolvimento de competências dos alunos (avaliação intermédia e final)

Avaliação intermédia

No final do 3.º ano (primeira fase do estudo) elaborou-se e aplicou-se um inquérito por questionário – avaliação intermédia.

A avaliação da primeira fase do estudo pretendeu averiguar até que ponto os alunos aplicavam conhecimentos adquiridos em situações concretas do dia a dia, ou seja, como mobilizavam competências em situações do quotidiano bem como usavam a Língua Portuguesa para comunicar (cger¹⁹ 1, 2 e 3). Era pedido que explicassem o que havia acontecido em três situações relacionadas com a dilatação dos corpos sólidos, líquidos e gasosos (A, B e C) e que, perante uma situação de demonstração, explicassem o movimento de rotação que adquiria uma espiral quando colocada por cima de uma vela acesa (D), como se pode ver em Anexo 4.

Avaliação final

A avaliação final, (final da segunda fase do estudo), foi realizada com recurso a dois instrumentos: a Tarefa 1 de Shayer e um inquérito por questionário.

Para obter uma informação acerca da evolução do raciocínio científico dos alunos durante o período de Março de 2001 a Janeiro de 2002 foi novamente aplicada aos alunos, a Tarefa 1.

Para avaliar de que forma os alunos mobilizavam os seus conhecimentos e também averiguar algumas capacidades de raciocínio científico e matemático construiu-se um instrumento que avaliasse competências. O inquérito por questionário (Anexo 8) tem dez *itens*, três dos quais com quatro alíneas cada (*Itens* 8, 9 e 10).²⁰ Este conjunto de itens pretendeu abarcar os conceitos científicos trabalhados durante o estudo (3.º e 4.º ano) e teve como principal finalidade, averiguar se os alunos desenvolveram competências de literacia científica (mobilização de conhecimentos, de forma eficaz, em situações do quotidiano, raciocínio e comunicação), literacia da Língua Portuguesa (leitura e interpretação de texto informativo), literacia Matemática (elaboração e interpretação de gráficos), por forma a avaliar competências gerais (cger 1, 2, 3, 6 e 8).

¹⁹ cger deve ler-se competência geral.

²⁰ Alguns destes itens foram retirados e adaptados dos «cadernos GEP e Educação – Níveis de desempenho em Matemática e Ciências» outros foram concebidos pelo investigador com o apoio de especialistas.

Assim, com a aplicação deste questionário pretendeu averiguar-se como os alunos:

- a) interpretavam a informação;
- b) seleccionavam informação a partir de um texto informativo ou de um quadro;
- c) organizavam a informação;
- d) interpretavam gráficos;
- e) elaboravam gráficos;
- f) utilizavam a linguagem escrita na interpretação de situações.

Todos os itens pretenderam avaliar competências nas áreas de Estudo do Meio e Língua Portuguesa. Alguns Itens [3, 6, 8 a), 8 b), 8 c), 8 d), 9 b), 9 c), 9 d), 10 a), 10 b), 10 c) e 10 d)] pretenderam avaliar também competências de Matemática (conhecimento de conceitos e procedimentos, resolução de problemas, raciocínio, comunicação) nas áreas temáticas de: números e cálculo; geometria e medida e estatística e probabilidade.

No Quadro 6 encontram-se explicitadas as competências de literacia científica avaliadas por cada um dos itens.

Quadro 6 – Preponderância do Tipo de Competências de Literacia Científica Avaliadas através do Questionário Final

	Conhecimento substantivo	Conhecimento processual	Raciocínio	Comunicação
Itens	1, 4, 9a)	2, 8a), 8b), 8c), 8d), 9b) e 10b)	3, 7, 9c), 9d), 10a), 10c) e 10d)	5 e 6

Para avaliar as competências dos alunos, elaboraram-se critérios de classificação (Anexo 9) que valorizam as estratégias de raciocínio e resolução de problemas. O estabelecimento destes critérios pretendeu avaliar para além do produto final, os processos de desempenho dos alunos. Assim, foram mais valorizados os itens mais complexos, que envolviam mais competências.

A validação dos instrumentos de avaliação intermédia e final (inquérito por questionário) foi feita, tal como para a avaliação final, com recurso a especialistas que depois de lerem sugeriram algumas alterações. Assim, foram reformulados e novamente submetidos a uma avaliação de rigor científico e pedagógico.

3. 4 – Observação

Na observação participante o investigador é o instrumento principal e a sua participação é necessária e até imprescindível porque a «interacção observador-observado está ao serviço da observação; ela tem por objectivo recolher os dados (sobre acções, opiniões ou perspectivas) aos quais um observador exterior não teria acesso», (Lessard-Hérbert, Goyette e Boutin, 1994).

A intenção foi observar a turma como um todo, atendendo, a que os desempenhos individuais de cada aluno seriam posteriormente analisados através dos registos individuais. Assim, foram objecto de observação as interacções dos alunos relativamente à professora e a relação entre os alunos. Desta forma, obteve-se uma imagem global da turma, do seu grau de empenhamento e motivação, da forma como resolvem problemas com os quais se deparam quando testam as suas previsões, como comunicam entre si, etc. Em suma, tal como refere Costa (1986) pretendeu-se interagir naturalmente, obtendo «respostas sem fazer perguntas. As respostas obtêm-se no fluxo da conversa informal e da observação directa, participante e continuada» (p.138), descrevendo as situações que decorreram das actividades experimentais, descrevendo momentos de uma forma detalhada, sem juízos de valor. As anotações e inferências foram devidamente assinaladas (Comentários do Observador – C. O.).

Para elaborar os protocolos de observação recorreu-se das notas de campo e de alguns registos áudio. As gravações áudio nem sempre foram uma grande ajuda na captação de informação porque, devido aos ruídos e às interferências ficaram pouco perceptíveis, apesar de existir um gravador por grupo de trabalho. O gravador foi útil principalmente nos momentos em que as professoras se dirigiam ao grande grupo.

Também foi muito difícil tirar notas de campo, uma vez que frequentemente os alunos solicitavam a presença da investigadora aquando da realização das actividades. É realmente difícil estar com turmas de 24 alunos, distribuídos por quatro ou cinco grupos em actividade, estando apenas uma professora a orientar. Há momentos de espera e, por vezes os alunos necessitam de atenção pois querem partilhar com a professora/ investigadora as suas descobertas. Poder-se-á dizer que fomos convidados/ obrigados a participar quer prestando colaboração à professora (indirectamente, prestando alguns esclarecimentos em particular), quer auxiliando os alunos no decorrer de algumas actividades.

A presença da investigadora ocorria sem intervenção directa na sequência dos acontecimentos, na forma como eram apresentadas as actividades ou nos conteúdos a serem explorados. Essa tarefa estava totalmente a cargo da professora da turma. A função da investigadora era de auxiliar, sem interferir no normal funcionamento das actividades, criando um distanciamento relativamente ao papel do professor da turma.

Das observações feitas seleccionaram-se as observações relativas às cinco actividades que foram objecto de análise de conteúdo. O objectivo foi completar e cruzar os dados obtidos através das outras técnicas.

4. A Análise de Dados

A análise dos dados constitui, como refere Serrano (1994 b), um dos processos mais importantes da investigação e que Latorre e González (1987 citado por Serrano 1994 b), definem como uma etapa de procura sistemática e reflexiva da informação obtida através dos instrumentos.

Na investigação qualitativa, o sentido da análise dos dados consiste em «reduzir, categorizar, classificar, sintetizar e comparar a informação com o fim de obter uma visão o mais completa possível da realidade objecto de estudo», (Serrano, 1994 b, p.102). A este propósito Miles e Huberman, segundo Lessard-Hérbert, Goyette e Boutin (1994), apontam três passos que devem ser seguidos num modelo interactivo da análise dos dados: a redução dos dados, a sua apresentação e a interpretação/ verificação das conclusões.

O processo de redução dos dados relativamente às entrevistas, às observações (notas de campo e registos áudio) e à análise documental (registos dos alunos e questionários) foi um processo necessário, pois seria incomportável manusear todo o manancial de dados recolhidos. Esta redução possibilitou uma maior simplificação da informação obtida, tornando-se exequível a análise, a apresentação e a interpretação dos dados.

A técnica de investigação de análise de conteúdo como diz Berelson, citado por Carmo e Ferreira (1998), permite efectuar uma «descrição objectiva, sistemática e quantitativa do conteúdo manifesto nas comunicações tendo por objectivo a sua interpretação» (p.251). Como diz Serrano (1994 b), a análise de conteúdo semântico, permite, através da utilização de categorias, codificar o que os sujeitos expressaram na realidade. Partindo das respostas dos alunos no caso dos registos escritos, pode subentender-se o que quiseram dizer ou dar a

entender e, «nalguns casos, a inferência desempenha um papel importante na análise de conteúdo» (p.143). Vala (1986), citando Bardin refere que «é a inferência que permite a passagem da descrição à interpretação» (p. 104).

Depois de uma «leitura flutuante» segundo Bardin (1995) de todos os documentos existentes, procedeu-se à escolha daqueles que seriam objecto de análise. Do processo de redução foi constituído o seguinte *corpus*²¹ documental:

- registos escritos elaborados pelos alunos durante a actividade experimental, de cinco das actividades realizadas;
- inquéritos por questionário (de avaliação) respondidos pelos alunos;
- transcrições das entrevistas efectuadas às professoras no início e no final deste estudo.

A constituição do *corpus* obedeceu a algumas regras defendidas por Bardin (1995):

- a «exaustividade», tendo em conta que foram considerados todos os registos escritos de todos os alunos relativos às actividades seleccionadas; todas as respostas de todos os alunos relativas aos questionários e ainda todas as entrevistas efectuadas às professoras;
- seleccionaram-se cinco de entre todas as actividades realizadas pelos alunos, atendendo-se a uma «representatividade» das mesmas;
- a «homogeneidade», já que todas as actividades teriam que possuir registos obedecendo a determinados critérios, neste caso, os registos deviam conter os seguintes aspectos: previsão; registo de observação (escrito e/ou através de desenho) e interpretação ou conclusão uma vez que se pretendeu «obter resultados globais ou comparar entre si os resultados individuais» (ib., id.);
- a «pertinência», uma vez que os documentos seleccionados eram fontes adequadas de informação permitindo a sua análise de acordo com os objectivos traçados.

Todos os registos dos alunos foram inicialmente transcritos na íntegra para, posteriormente, sofrerem algumas operações de corte/ redução, de palavras ou expressões de redundância, não significativas relativamente aos objectivos propostos. Constituíram-se assim, as unidades de

²¹ Carmo e Ferreira (1998) apontam algumas etapas para se proceder à análise de conteúdo: Definição dos objectivos e do quadro de referência teórico; Constituição de um *corpus*; Definição de categorias; Definição de unidades de análise; Quantificação (não obrigatória); Interpretação dos resultados obtidos (p. 253).

registo ou as unidades de base, ou seja os dados propriamente ditos seguindo os procedimentos de redução defendidos por Erickson²² (citado por Lessard-Hérbert, Goyette e Boutin, 1994). Estas unidades de registo foram agrupadas em categorias após muitos arranjos e alterações oferecendo maior sistematização e coerência entre as unidades de registo.

Muitas vezes, as respostas dos alunos tiveram que ser lidas novamente para perceber exactamente o que as crianças queriam dizer, para não se alterar o seu significado.

Posteriormente, partindo desta organização dos dados, após a realização de «leituras sucessivas do texto e tendo em atenção os objectivos da investigação» (Carmo e Ferreira, 1998), foram definidas categorias *a posteriori*²³ e subcategorias (quando necessárias) respeitantes às regularidades que se haviam identificado nas unidades de registo, de acordo com o objectivo de pesquisa, tal como defendem Guba e Lincoln (citados por Lüdke e André, 1986). Na sua definição procurou-se respeitar as características duma categoria: exaustiva, exclusiva, objectiva e pertinente (Carmo e Ferreira, 1998).

Também a este propósito Vala (1986) refere que as «categorias são os elementos chave do código do analista» (p.110) e sublinha o que Hogenraad havia dito sobre uma categoria como sendo «habitualmente composta por um termo-chave que indica a significação central do conceito que se quer apreender, e de outros indicadores que descrevem o campo semântico do conceito» (ib., id., p.111).

Relativamente às *entrevistas*, seguiu-se um processo semelhante ao efectuado com os registos escritos dos alunos. Após várias leituras atentas das transcrições, elaboraram-se retalhos contendo informação oportuna em cada bloco de informação. Estes serviram para elaborar a caracterização das turmas, a caracterização profissional das professoras, tendo contribuído para a avaliação final relativamente às actividades e a todo o processo decorrido desde o início do estudo.

As notas de campo dos protocolos de *observação* das actividades seleccionadas foram sujeitas a uma análise de conteúdo permitindo enriquecer, em parte, as informações recolhidas, pois como já se havia dito, a recolha via áudio pouco permitiu captar relativamente ao que era dito pelos alunos.

²² Erickson, citado por (Lessard-Hérbert, Goyette e Boutin, 1994) aponta «três procedimentos de redução das notas de trabalho: 1. a leitura; 2. a identificação das unidades de base; 3. o recorte.»

²³ Este tipo de análise é designado por «procedimento exploratório», segundo Carmo e Ferreira (1998).

5. Planificação das Actividades

As actividades foram planificadas de forma a que cada nova actividade contribuisse não só para a consolidação de aprendizagens anteriores como também permitissem acrescentar algo de novo. Pretendia-se, assim, proporcionar condições para a construção do conhecimento.

Inicialmente pensou-se em acompanhar duas turmas seguindo o mesmo tipo de planificação mas variando na implementação das actividades. Assim, numa das turmas a professora preparava com a investigadora todas as actividades e as possíveis explorações, seguindo uma metodologia, tão próxima quanto possível, da usual em ciência. Na outra turma embora as mesmas actividades fossem realizadas a professora implementá-las-ia sem qualquer preparação prévia e específica. Como acabaram por serem facultadas a esta segunda professora, por razões diversas, uma informação não muito diferente da facultada à outra professora, resolveu-se abandonar esta metodologia, passando a acompanhar de forma idêntica as duas turmas.

A organização e gestão da turma ficou a cargo da professora da turma. Sempre que possível as actividades eram realizadas pelos alunos em pequenos grupos de trabalho, pois a concretização das actividades pressupunha que houvesse também um ambiente de empenhamento onde a partilha, a troca de ideias e a entreajuda fosse possível e efectiva.

Considerando de extrema importância o envolvimento, por parte das professoras das duas turmas, na planificação e metodologia a seguir em cada uma das actividades. Por esse motivo, antes de cada actividade, e com antecedência, eram dadas a conhecer as linhas orientadoras e, para cada uma das actividades começava-se por se elaborar um esboço de protocolo que era lido e discutido com as duas professoras e se necessário rectificado antes de se pôr em «prática». A integração das actividades no planeamento efectuado pelas professoras ocorreu de modo a não interferir, prosseguindo com naturalidade a ordem estabelecida pelas professoras das turmas.

A ênfase deste estudo não deve focalizar-se no teor das actividades em si ou na qualidade das actividades, mas antes no modo de trabalhar e na multiplicidade de trabalhos que daí possam advir.

No 3.º ano (2000/01), os conceitos em torno dos quais foram elaboradas as planificações visavam uma iniciação à aquisição dos conceitos de *calor* e *temperatura* e, eventualmente,

outros com eles relacionados bem como a sua aplicação na explicação de situações do dia a dia.

No 4.º ano (2001/02), as actividades seleccionadas e organizadas foram relativas à *água* porque, além de estarem de acordo com os conteúdos programáticos, no início do ano, quando foi feito um levantamento de questões que os alunos gostariam de estudar, estes manifestaram o seu interesse por assuntos relacionados com a *água*²⁴.

O planeamento das actividades passou a ser orientado pelas questões colocadas pelos alunos. Inicialmente tiveram a ver com o comportamento da água, quando aquecida ou arrefecida, associado às mudanças de estado físico. Foram exploradas através da realização de actividades experimentais a: evaporação, ebulição, condensação, precipitação, fusão, solidificação, permeabilidade dos solos, infiltração, dissolução, deposição, decantação, filtração, destilação. Os alunos observaram ainda: uma forma de se obter água doce a partir de água salgada, num sistema fechado; o funcionamento de um modelo de uma central hidroeléctrica; um vídeo sobre captação (ETA), tratamento de águas residuais (ETAR), distribuição e poluição da água; acetatos dos quais exploraram o tema de uma catástrofe ambiental bem como os modos de actuação.

Procurou-se sequenciar as actividades dando-lhes um carácter de continuidade. A água constituiu um tema muito vasto que permitiu fazer várias actividades diversificadas e que vieram dar respostas a algumas questões dos alunos. Optou-se por seguir este rumo, mas podiam ter sido outras actividades, desde que tivessem algumas preocupações metodológicas tais como:

- averiguar as concepções alternativas dos alunos, colocando-os em situação de questionamento para dar-se conta do que já sabiam sobre o assunto;
- criar situações que conduzam à mobilização de conhecimentos já adquiridos, predispondo os alunos para incorporarem novos conhecimentos;
- utilizar como ponto de partida, sempre que possível, as questões colocadas pelos alunos;
- levar os alunos a explicitar o que previam antes da realização de uma actividade experimental, depois de entenderem o que se iriam fazer;

²⁴ Ver Anexo 5.

- criar situações que levem os alunos a:
 - observar com rigor e seleccionar dados relevantes;
 - inferir de acordo com a observação realizada;
 - realizar (por vezes, planificar) experiências;
 - descrever (oralmente e por escrito) o que haviam observado, sequenciando acontecimentos no tempo;
 - interpretar o que haviam observado, explicar, eventualmente formular hipóteses do que aconteceu ou concluir;
 - registar graficamente e por escrito, em folha individual;
 - reflectir em grande grupo/ turma, partilhando questões, previsões, conclusões, inferências relativamente a outros fenómenos, avançar com possíveis investigações etc.

Os alunos devem tentar fazer as suas próprias descobertas, colocar hipóteses, predizer o que lhes parece que irá acontecer, testar através da experiência as suas «teorias», verificá-las, explicá-las e considerá-las como válidas ou não.

É muito importante que a actividade tenha sentido para os alunos, para se tornar significativa, sendo também importante que estes se sintam motivados por, e para, aquela aprendizagem e que lhes seja proporcionado uma variedade de actividades que possam ser explorados a partir de um tema, questão ou investigação.

Foi com base nestas «premissas» que planeámos as sequências das actividades, preocupando-nos muito com os processos inerentes, sem contudo descurar os produtos.

IV – Análise e Interpretação dos Dados e Resultados

A análise de conteúdo teve maior incidência nos registos relativos a cinco das actividades realizadas pelos alunos, apresentar-se-ão os resultados obtidos da análise feita de cada conjunto de documentos pela ordem que foram sendo recolhidos durante o trabalho de campo. Na análise documental das actividades experimentais, optou-se por apresentar os dados relativos à Previsão que os alunos fizeram em todas as actividades seleccionadas, seguindo-se os dados relativos à descrição das observações e por último os relativos às interpretações dos alunos.

Uma vez que o objecto de estudo recai sobre o desenvolvimento de competências por parte dos alunos, apresenta-se a análise dos registos escritos das actividades, incluindo as Tarefas de Shayer e as avaliações iniciais, intermédias e finais. Assim, a análise de conteúdo das entrevistas realizadas às professoras, bem como as notas de campo, servirão para melhor interpretar e cruzar com os resultados que a seguir se apresentam.

1. Instrumentos de Avaliação da homogeneidade das turmas

1.1 –Tarefas de Shayer no início do estudo

A Tarefa 1 das «Tarefas de Raciocínio Científico», aplicada na fase preliminar deste estudo pretendeu, como foi dito, averiguar os níveis de cada um dos alunos, para se poder aferir da homogeneidade das duas turmas em termos de raciocínio científico e consiste na colocação de quatro questões, sendo a resposta dada através de desenhos. À resposta a cada item é atribuído um valor que somado dá uma cotação total que, neste caso, poderá ir até 19. Esta cotação é convertida em níveis conforme a tabela de classificação. Assim, o nível 1 - *Indutivo ou Pré-operacional* – cotação até 5; o nível 2A – *Concreto Inicial* – com uma cotação de 6 a 8; nível 2A/2B – *Intermédio* – com uma cotação compreendida entre 9 e 13; o nível 2B – *Concreto Avançado* – com uma cotação de 14 a 17; e o nível 2B+ – *Concreto Avançado* – com a cotação de 18 ou 19, indicando uma fluência nas operações concretas com possibilidade de transição para níveis mais elevados de pensamento.

O nível em que se encontra cada um dos alunos²⁵ da turma A está explícito na Figura 4.

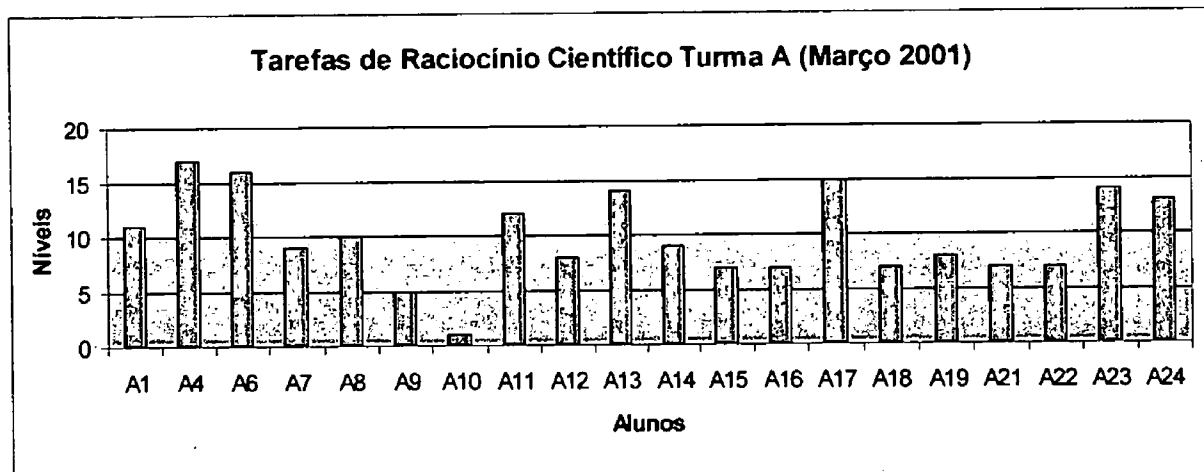


Figura 4. Níveis Piagetianos, em Março de 2001, dos alunos da turma A, $n A=20$.

Pode-se observar que se trata de uma turma em que alguns alunos obtiveram níveis elevados de raciocínio (caso dos alunos: A4, A6, A17, A13, A23, A24), mas outros obtiveram níveis de raciocínio bastante baixos nesta Tarefa (é o caso do aluno A9 e mais baixo ainda o aluno A10).

O nível em que se encontra cada um dos alunos da turma B está explícito na Figura 5.

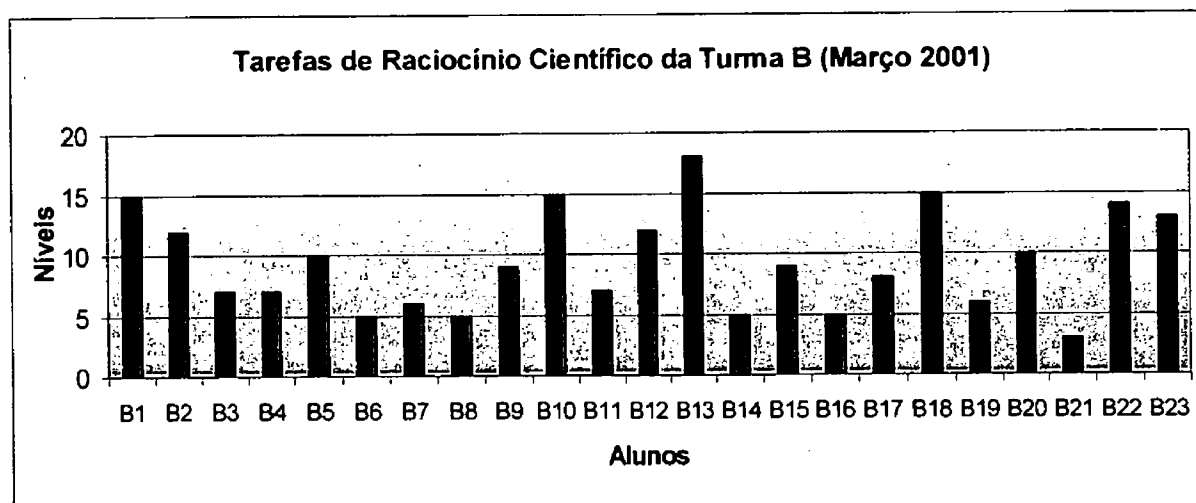


Figura 5. Níveis Piagetianos, em Março de 2001, dos alunos da turma B, $n B=23$.

Nesta turma também se verifica que há alunos que obtiveram uma pontuação elevada (B13, B1, B10, B18, B23), e outros que obtiveram uma pontuação bastante baixa (B21, B6, B8, B14 e B16).

²⁵ O número de alunos em cada uma das turmas A e B será representado, respectivamente por $n A$ e $n B$.

Comparando as duas turmas, a Figura 6 mostra que o maior número de alunos se encontra no nível Intermédio seguindo-se o nível Concreto Inicial.

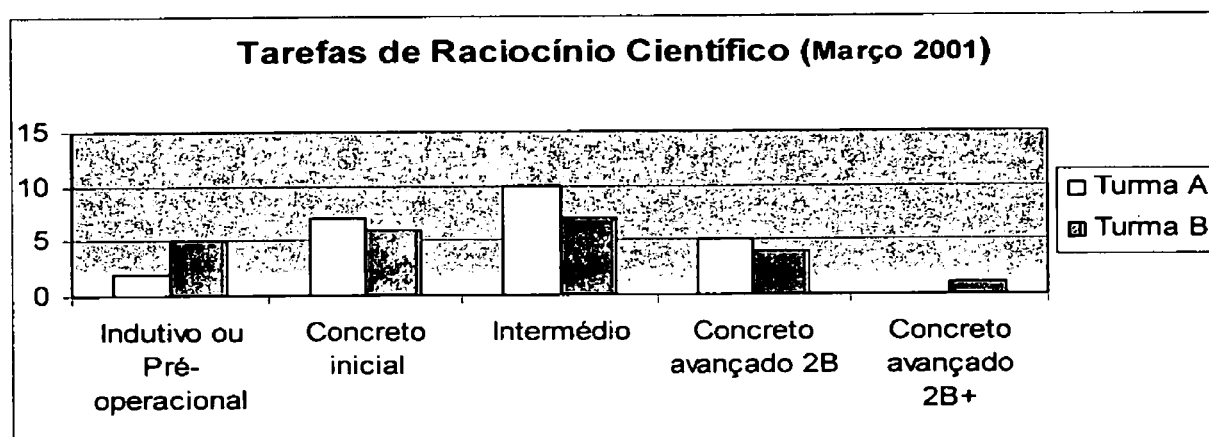


Figura 6. Número de alunos, de cada uma das turmas $n A=20$ e $n B=23$, relativamente aos níveis Piagetianos em Março de 2001.

Os resultados da aplicação da Tarefa, nas duas turmas, poder-se-ão considerar não muito díspares, havendo até alguma homogeneidade entre ambas as turmas uma vez que nos níveis Indutivo e Concreto Inicial há nove alunos da turma A, e onze da turma B. Nos níveis Intermédio, Concreto Avançado há treze alunos da turma A e doze da turma B.

1.2 – Concepções iniciais dos alunos

Ainda no sentido de avaliar da homogeneidade das duas turmas foi aplicado um questionário (Anexo 2), para identificar as concepções dos alunos relativas ao conceito de calor e temperatura e outros com eles relacionados.

Na primeira questão deste questionário, subdividida em três alíneas, era perguntado: (a) O que sentes quando tocas no ferro?; (b) O que sentes quando tocas na madeira?; (c) Explica qual dos objectos está a uma temperatura mais alta e porquê.

A análise de conteúdo às respostas das duas turmas mostra que todos os alunos da turma B ($n B=22$) e 95% dos alunos da turma A ($n A=22$) disseram sentir frio quando tocavam no ferro da cadeira.

Relativamente ao que sentiam quando tocavam na madeira as respostas mais apontadas pelas duas turmas referiam “quente” ou “morno” entre outras, distribuídas como se apresentam no Quadro 7.

Quadro 7 – Respostas Dadas pelos Alunos Relativamente ao que Sentiam quando Tocavam na Madeira, ($n A=22$ e $n B=22$)

	<i>Quente</i>	<i>Calor</i>	<i>Morno</i>	<i>Um pouco mais quente</i>	<i>Mais ou menos frio</i>	<i>Temperatura normal</i>	<i>Sem resposta ou descontextualizada</i>
Turma A	55 %	9 %	4,5 %	9 %	4,5 %	0	18 %
Turma B	23 %	4,5 %	59 %	4,5 %	0	4,5 %	4,5 %

Como se pode ver pelo Quadro 7, uma elevada percentagem de alunos referiram sentir o assento de madeira *quente* ou *morno*.

A explicação dada pelos alunos para: a temperatura que se encontravam os materiais (ferro ou madeira), foram agrupadas como se pode ver no Quadro 8.

Quadro 8 – Explicação dos Alunos para a Temperatura mais Elevada a que se Encontrava o Material, ($n A=22$ e $n B=22$)

Respostas dos alunos		Turma A	Turma B
Consideraram a madeira a uma temperatura mais alta porque:	<i>é mais quente.</i>	27 %	9 %
	<i>estamos sentados na cadeira e aquecemos o assento.</i>	23 %	36 %
	<i>quando tocamos num objecto frio e depois num com temperatura morna sentimos muito calor na mão.</i>	4,5 %	0
	<i>não é metálica.</i>	0	4,5 %
	<i>é a madeira que respira.</i>	4,5 %	0
	<i>vem das árvores e são naturais por isso são mais quentes que os ferros.</i>	4,5 %	0
	<i>o metal apanha frio e fica com o frio e a madeira não.</i>	0	4,5 %
	<i>o ferro não é combustível e a madeira é.</i>	0	4,5 %
	<i>o ferro é frio.</i>	0	4,5 %
	<i>o ferro só aquece com o calor.</i>	0	4,5 %
	<i>(não justificam, dizem apenas: «é a madeira»)</i>	4,5 %	18 %
Consideram ser o ferro a uma temperatura mais alta porque:	<i>é de metal.</i>	4,5 %	0
	<i>foi feito de água.</i>	4,5 %	0
	<i>a temperatura parece que está 30 graus.</i>	4,5 %	0
	<i>o ferro é mais pesado do que a madeira e é a temperatura mais alta.</i>	4,5 %	0
	<i>está muito quente é o ferro.</i>	0	4,5 %
	<i>ferro é que está mais fresco/ tem uma temperatura mais alta e quente.</i>	4,5 %	0
	<i>ferro tem a temperatura mais alta porque está mais frio que a madeira.</i>	4,5 %	9 %
	<i>tem calor.</i>	4,5 %	0

A segunda questão colocada tinha a ver com uma situação ocorrida na sala em que os alunos foram convidados a tocar no cabo de duas colheres que se encontravam dentro de um recipiente com água quente. Os alunos tinham de dizer qual a sensação quando tocavam nas colheres e explicar porquê. Esta questão era de escolha múltipla, seguida de uma explicação em que os alunos teriam de seleccionar informação e justificar de acordo com os seus conhecimentos prévios (ver Quadro 9).

Quadro 9 – Opções Assinaladas Relativamente ao que Sentiam ao Tocar nos Cabos das Colheres, ($n A=22$ e $n B=22$)

Toca nos cabos das colheres e sentes:	Turma A	Turma B
a colher de metal mais fria que a colher de madeira.	4,5 %	9 %
a colher de metal mais quente que a colher de madeira.	86 %	68 %
as duas colheres com a mesma temperatura.	9 %	18 %

De seguida era pedido que explicassem a opção escolhida anteriormente e, como se pode ver no Quadro 10, a maioria dos alunos considerou que a temperatura da colher de metal é mais alta que a temperatura da colher de madeira.

Quadro 10 – Opções Assinaladas Relativamente à Temperatura das duas Colheres, ($n A=22$ e $n B=22$)

Se medires a temperatura das duas colheres verificarás que:	Turma A	Turma B
a temperatura da colher de metal é mais baixa que a temperatura da colher de madeira.	9 %	9 %
a temperatura da colher de metal é mais alta que a temperatura da colher de madeira.	89 %	89 %
a temperatura das duas colheres é igual.	9 %	9 %

Relativamente ao terceiro grupo de questões, tinha a ver com a mistura de água a temperatura igual ou diferente e com a distribuição de água por dois recipientes.

Como se pode ver no Quadro 11, nas misturas de *água quente com água fria*, 91 % e 95 % dos alunos da turma A e B respectivamente disseram “morna”, e na *distribuição da água fria por dois copos*, 95 % e 86 % dos alunos da turma A e B responderam “fria” e as duas turmas não dão respostas muito diferentes. Porém, relativamente às misturas *água quente + água*

quente e água fria + água fria, as respostas são diferentes. Na turma B parece haver um maior número de alunos para quem a temperatura, mesmo nestas situações qualitativas, é considerado como grandeza extensiva.

Quadro 11 – Respostas dos Alunos em Relação à Mistura ou Separação de Água a Temperaturas Iguais e Diferentes sem lhe Atribuir um Valor Numérico, ($n A=22$ e $n B=22$)

Questões	Respostas	Turma A	Turma B
Água quente + água quente	quente	82 %	23 %
	Ferver/ esquentar	4,5 %	59 %
	Outras	13,5 %	18 %
Água fria + água fria	fria	86 %	32 %
	gelada	9 %	64 %
	Outras	4,5 %	4,5 %
Água quente + água fria	morna	91 %	95 %
	Outras	9 %	4,5 %
Água quente distribuída por 2 copos	Quente e quente	77 %	64 %
	Morna e morna	14 %	27 %
	Outras	9 %	9 %
Água fria distribuída por 2 copos	Fria e fria	95 %	86 %
	Outras	4,5 %	14 %
Água morna distribuída por 2 copos	Quente e fria	13 %	23 %
	Morna e morna	41 %	45 %
	Fria e fria	23 %	32 %
	Outras	23 %	0

Quando eram atribuídos valores numéricos às temperaturas, havia um maior número de alunos que operaram como se de uma propriedade extensiva se tratasse, adicionando as temperaturas de cada um dos copos. Juntando “água a 20 °C com água a 20 °C”, apenas dois alunos referiram que a temperatura se mantinha nos “20 °C”. Juntando água a temperaturas diferentes “Água 50 °C com água a 20 °C”, nenhum aluno referiu nenhum valor entre as duas temperaturas ou seja entre 20 e 50°C. E relativamente à “distribuição de água a 50 °C por dois copos” houve 18 % e 23 % dos alunos da turma A e B respectivamente que consideraram que a temperatura se mantinha nos 50 °C. Curiosamente foi nesta última questão que surgiram um leque mais variado de respostas, quinze respostas diferentes, mais precisamente, desde vários

alunos que fizeram a decomposição da quantidade 50 de diversas maneiras até às respostas qualitativas (Quadro12).

Quadro 12 – Respostas dos Alunos em Relação à Mistura ou Separação de Água a Temperaturas Iguais e Diferentes Atribuindo-lhe um Valor Numérico, ($n A=22$ e $n B=22$)

Questões	Respostas	Turma A	Turma B
Água 20 °C + água 20 °C	40 °C	73 %	86 %
	20 °C	9 %	0
	Outras	18 %	14 %
Água 50 °C + água 20 °C	70 °C	64 %	86 %
	Entre 20 °C e 50 °C	0	0
	Outras	36 %	14 %
Água a 50 °C distribuída por 2 copos	25 °C e 25 °C	23 %	27 %
	30 °C e 20 °C	32 %	14 %
	50 °C e 50 °C	18 %	23 %
	Outras	27 %	36 %

Analisadas as respostas dos alunos poder-se-á dizer que reagiram de forma diferente quando lhes foram colocadas questões nas quais tinham de fazer julgamentos sobre relações qualitativas ou quantitativas. A dificuldade dos alunos nestas idades (8 ou 9 anos) parece evidenciar que não consideraram a temperatura como quantidade intensiva, como mostram os estudos efectuados por Tiberghien (1983) e Driver, Guesne e Tiberghien (1985). Os alunos tiveram resultados mais válidos nas questões em que não eram atribuídos valores numéricos à temperatura, como se pode ver no Quadro 12, em que a maioria dos alunos respondeu adequadamente quando pensavam qualitativamente.

Feita uma análise global das respostas dadas pelos alunos ao questionário, poder-se-á dizer que existe uma homogeneidade na maioria das respostas dadas pelas duas turmas à excepção das duas primeiras situações do terceiro grupo de questões como se vê no Quadro 11.

Relativamente à questão sobre: qual o material que está a uma temperatura mais elevada, a maioria dos alunos diz ser a madeira e as explicações dadas diferem muito umas das outras. Apesar das diferenças, nota-se que os alunos não têm ainda a noção de calor e temperatura.

2. Os registos das actividades, o que revelam?

Para além de outros aspectos, a realização das actividades experimentais pelos alunos contemplava o registo da previsão²⁶, da descrição da observação e da interpretação como se referiu no capítulo anterior (Anexo 12).

As actividades seleccionadas para análise de conteúdo foram:

- no 3.º ano (primeira fase do estudo) – actividades relacionadas com o conceito de *dilatação* dos corpos sólidos, líquidos e gasosos;
- no 4.º ano (segunda fase do estudo) – simulação do *ciclo da água e destilação* de uma mistura de água com anilina.

2.1 – Previsão - «O que penso que vai acontecer»

Todas as actividades eram iniciadas com uma pergunta de partida colocada no início do estudo pelos alunos. Depois da professora explicar a situação ou o fenómeno que iriam observar, era solicitado aos alunos que escrevessem o que pensavam que ia acontecer e cada um registava a sua previsão. Após a realização da actividade experimental havia o confronto dos resultados obtidos com os resultados previstos, seguindo-se um momento de discussão e de reflexão entre os alunos com o apoio da professora alargando o debate a toda a turma.

Com a previsão pretendeu-se averiguar, não só, as expectativas dos alunos relativamente ao(s) fenómeno(s), e as suas concepções (alternativas) acerca do(s) fenómeno(s) mas, sobretudo, se mobilizavam conhecimentos anteriores para efectuarem previsões mais próximas das «científicas».

Apresentam-se, de seguida, o resultado da análise de conteúdo para as previsões feitas pelos alunos para as actividades experimentais seleccionadas. No sentido de se perceber a que dizem respeito os dados descreveremos sucintamente cada uma das actividades.

2.1.1 – Aquecimento e arrefecimento dos corpos

Dilatação dos corpos sólidos – uma barra de alumínio, estava apoiada em dois suportes de madeira com um dos extremos fixo e o outro livre encostado a um ponteiro ligado ao outro

²⁶ No 3.º ano, relembra-se que a turma B não efectuou previsões.

suporte. Solicitou-se aos alunos que previssem o que ia acontecer à barra de alumínio quando fosse aquecida.

Dilatação dos corpos líquidos – um balão de Erlenmeyer continha água corada e estava em cima de um tripé com rede de porcelana. Solicitou-se aos alunos que previssem o que ia acontecer à água corada, quando aquecida.

Dilatação dos corpos gasosos – um balão de Erlenmeyer, vedado com um balão de borracha, estava colocado sobre um tripé com rede. Solicitou-se aos alunos que previssem o que ia acontecer ao ar, quando aquecido.

As unidades de registo obtidas da análise de conteúdo para as previsões dos alunos para os corpos sólidos (barra metálica) foram organizadas em quatro categorias: Dilatação (A); Estado térmico (B); Alteração de cor (C); Não pertence às categorias anteriores (D). Para a *dilatação dos corpos líquidos* e para a *dilatação dos corpos gasosos* foram encontradas três categorias: Dilatação (A); Estado térmico (B); Não pertence às categorias anteriores (D).

Para inclusão na categoria A foram consideradas expressões próximas do conceito de *dilatação* as quais se referiam explícita ou implicitamente a efeitos causados pelo aquecimento:

- no caso dos sólidos (barra metálica) – mudança da indicação do ponteiro; utilização de expressões como: «aumentar» e «subir», ou o aumento do tamanho da barra com expressões como: «alargar» e «mudar»;
- no caso dos líquidos (água corada), utilização de expressões do tipo «a subida da água corada»;
- no caso dos gases (ar), enchimento ou crescimento do balão de borracha utilizando expressões do tipo: «dilatar», «encher», «subir», «inchar», «ficar cheio», «empurra o ar para cima», «ficar com mais ar» ou «crescer».

No Quadro 13 são apresentadas as categorias de análise para as previsões para a dilatação dos corpos nos diferentes estados físicos.

Quadro 13 – Categorias Definidas para as Previsões do Conceito de Dilatação em cada uma das Actividades

CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA CATEGORIA		
	SÓLIDOS	LÍQUIDOS	GASOSOS
A – Dilatação	Referência à dilatação ou expressões equivalentes; ou referência ao movimento do ponteiro. Ex.: ...vai <i>alargar</i> . (A4)	Referência ao efeito causado pelo aquecimento, através de expressões que indicam a dilatação/ expansão Ex.: ...a <i>água com corante no tubinho vai subir</i> (A16)	Referência à dilatação ou termos que traduzam essa ideia ou ao efeito causado pela dilatação. Ex.: ...o <i>ar que o balão de vidro tem vai encher o balão de plástico</i> . (A1)
B – Estado térmico	Referência ao aquecimento da barra de alumínio Ex.: ...a <i>barra de ferro vai aquecer</i> . (A6, A21)	Referência ao aquecimento da água corada ou do balão. Ex.: A <i>água vai aquecer</i> (A23)	Referência ao aquecimento Ex.: ...o <i>balão de vidro vai ficar muito quente</i> (A15)
C – Alteração de cor ²⁷	Referência à mudança de cor da barra de alumínio Ex.: ...a <i>barra de alumínio vai ficar preto</i> . (A17)		
D – Não pertence às categorias anteriores	Ex.: ...a <i>barra vai arder</i> . (A9)	Ex.: ...o <i>corante vai ficando com pressão</i> (A4)	Ex.: O <i>fumo vai fazer muita pressão</i> (A4)

Os resultados da análise de conteúdo das previsões²⁸ dos alunos da turma A são apresentados na Figura 7.

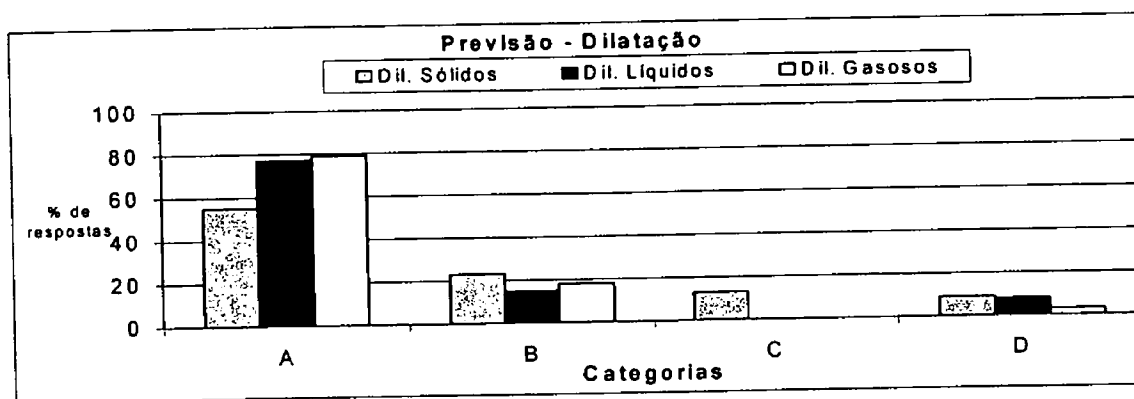


Figura 7. Distribuição da percentagem de respostas dos alunos da turma A por categoria relativamente à previsão do aquecimento dos corpos sólidos, líquidos e gasosos, ($nA = 20$).

²⁷ Esta categoria: Alteração de cor, apenas no aquecimento dos corpos sólidos.

²⁸ Como já foi assinalado na metodologia, a turma B, no início do estudo, não efectuou previsões nas actividades experimentais.

Como se pode depreender dos resultados apresentados, em cada uma das actividades realizadas, o número de alunos cujas previsões estiveram mais próximas da correcta (Categoria A) é relativamente mais elevado para a *dilatação dos gases (ar)*.

Verifica-se que o número de alunos cujas respostas se incluem na categoria (A), ou seja que fazem uma previsão mais correcta, vai aumentando de actividade para actividade na proporção inversa do número de alunos cujas respostas se incluem na categoria (D) que têm pouco a ver com o que, efectivamente, irá acontecer. Parece então que, à medida que as suas concepções se vão modificando, os alunos tendem a efectuar previsões mais próximas das científicas. Efectivamente, uma vez que os alunos já tinham experimentado o efeito do aquecimento nos corpos sólidos, foi-lhes mais fácil efectuar previsões para os corpos líquidos e ainda mais fácil para os gasosos. Isto poderá significar que os alunos estão a desenvolver competências, uma vez que foram mobilizados e transferidos saberes para novas situações de aprendizagem na resolução de um problema ou, neste caso, da possível explicação de um fenómeno.

O facto de haver um número tão elevado de previsões na categoria (A) para a primeira actividade (*dilatação dos sólidos*) poderá dever-se à seguinte situação observada: a professora pediu aos alunos para registarem as previsões e, por lapso, acendeu de seguida a lamparina por baixo da barra de alumínio, pelo que, alguns alunos, já estariam a ver algum efeito do aquecimento aquando do registo. Por essa razão, este número de alunos nesta categoria (A), na actividade da *dilatação dos sólidos* poderá estar, de algum modo, inflacionado. Provavelmente, foi devido a esta situação, que quatro alunos utilizaram a expressão «ficar preto(a)», categoria (C), de acordo com aquilo que eventualmente já estariam a observar.

A categoria (B) na qual se incluem os alunos que se referem ao grau de aquecimento do corpo está num lugar intermédio. A categoria (D) compreende outras previsões que não pertencem às categorias anteriores, pois tratam-se de expressões sem significado ou incompletas. Para esta categoria, o número de previsões foi decrescendo de actividade para actividade.

2.1.2 – Simulação do Ciclo da Água

A actividade de simulação do *Ciclo da Água* foi uma actividade experimental de demonstração, realizada para o grande grupo, reunindo numa só as sucessivas actividades realizadas relativas às mudanças de estado físico da água (fusão, evaporação, ebulição, condensação e solidificação). Pretendia-se que os alunos compreendessem que a circulação da água na natureza resulta das mudanças de estado físico da água devido às variações de temperatura provocadas pelo desigual aquecimento da superfície terrestre (hora do dia, noite-dia, estações do ano). Assim, os alunos podiam constatar que a mesma porção de água que está no estado sólido, pode ficar líquida, passar a vapor, voltar a líquida e solidificar novamente e, por analogia concluir o que ocorre na natureza. Pretendeu-se ainda que os alunos verificassem a constância da temperatura durante as mudanças de estado (bem visível na ebulição e fusão).

Para realizar a simulação do *Ciclo da Água* colocou-se gelo picado num *Kitasato* com recurso a um suporte universal, por cima de uma lamparina. Introduziu-se um termómetro, A, na rolha perfurada do *Kitasato*. Da tubuladura do *Kitasato* saía um tubo de borracha direccionado para uma placa térmica congelada que se encontrava suspensa por uma garra num outro suporte. A água, ao encontrar a superfície fria, precipitava para um *gobelé*. A água proveniente da precipitação foi posta num tubo de ensaio e colocado num *gobelé* que continha uma mistura de gelo picado com sal. Recorrendo ao abaixamento crioscópico, a água do tubo de ensaio solidificava.

Foi pedido para prever o que iria acontecer à temperatura lida no termómetro A, quando se acendesse a lamparina.

Para se poder perceber que a rapidez da fusão de igual quantidade de gelo depende da intensidade do aquecimento, colocou-se também gelo picado num *gobelé* em cima de uma mesa, em contacto com o ambiente e introduziu-se um termómetro, B. Foi pedido para prever o que iria acontecer à temperatura lida no termómetro B.

Das suas previsões extraíram-se as categorias e subcategorias expressas no Quadro 14.

Quadro 14 – Categorias Definidas para as Previsões do Termómetro A e Termómetro B

CATEGORIA	TERMÓMETRO A		TERMÓMETRO B	
	DEFINIÇÃO DA CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA SUBCATEGORIA	DEFINIÇÃO DA CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA SUBCATEGORIA
A – Temperatura	Referência à temperatura	<p>A₁ – Referência à previsão correcta</p> <p>Ex.: ...a temperatura vai subir.</p> <p>(A1, A4, A7, A8, A12, A18, A19, A22, A24, B1, B2, B3, B4, B13, B17, B18, B21)</p>	Referência à temperatura	<p>A₁ – Referência à previsão correcta</p> <p>Ex.: ...o termómetro que está no gelo vai ficar nos 0 graus.</p> <p>(A9, A18, A19, A21, A22, B1, B9, B12, B19)</p>
		<p>A₂ – Referência à temperatura constante</p> <p>Ex.: No termómetro vai ficar 0 °C. (A21)</p> <p>Ex.: ... vai ficar a 98°C²⁹. (B19)</p>		<p>A₂ – Referência à variação da temperatura explicitando ou não uma mudança de estado (fusão)</p> <p>Ex.: ...temperatura também vai aumentando. (A2)</p>
B – Descrição do fenómeno	Referência a mudanças de estado		Descrição contendo referência a mudanças de estado	
	Ex.: Quando o gelo derreter vai evaporar-se. (A13, A15)		Ex.: ...o gelo vai derreter (A2, A4, B2, B5, B20)	
C – Não pertence às categorias anteriores	Ex.: ...o Kitasato vai descer devagar. (B6)			

Como se pode verificar na Figura 8, existe uma maior percentagem de unidades de registo que se situam na subcategoria (A₁). Os alunos da turma B fizeram previsões em maior número na categoria descrição dos fenómenos – (B) em que não faziam previsões de temperaturas. Contudo, alguns alunos fizeram previsões aplicando conhecimentos anteriormente adquiridos pois referiram: «quando o gelo derreter vai evaporar-se»; «o gelo vai fundir»; «gelo vai derreter e a água ferver»; «derreter mais rápido que B», entre outras.

²⁹ O aluno referiu 98 °C em vez de 100 °C porque foi o que observou aquando da ebulição efectuada dias antes, devido à baixa pressão que se fazia sentir nesse dia.

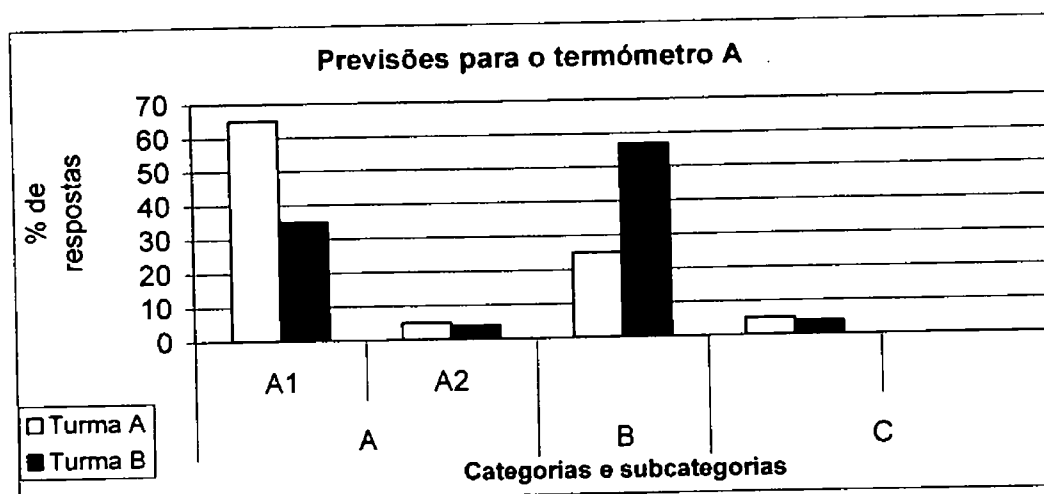


Figura 8. Distribuição da percentagem de respostas dos alunos das duas turmas por categoria, relativamente à previsão para o termómetro A, ($n_A = 20$ e $n_B = 23$).

Quando os alunos observaram os fenómenos separadamente puderam constatar o que acontecia à temperatura. Para se poder estabelecer alguma comparação, no sentido de se averiguar o tipo de previsões que foram feitas aquando da realização das experiências isoladamente, verificou-se que para o caso da *Ebulição*³⁰, um elevado número de alunos previu que «vai evaporar».

A aplicação de conhecimentos é mais notória se se considerar o tipo de previsão feita pelos alunos na realização da simulação do *ciclo da água* do que nas actividades experimentais para cada uma das mudanças de estado da água. Assim, por exemplo, para a ebulição as previsões foram as que se explicitam no Quadro 15.

Quadro 15 – Previsões dos Alunos Relativamente à Ebulição (Anterior à Simulação do Ciclo da Água), $n_A = 20$ e $n_B = 22$

	Turma A	Turma B
«vai evaporar»	54 %	67 %
«ferver e/ou sair vapor»	13 %	22 %
«vai subir»	25 %	4 %
«fica quente»	4 %	7 %
«dilatar»	4 %	0

As previsões efectuadas, aquando do estudo dos fenómenos isolados, são previsões mais próximas das concepções do senso comum. É de salientar que na previsão acerca da ebulição, nenhum dos alunos previu valores para as temperaturas lidas nos termómetros mas, utilizaram

³⁰ A actividade consistia em colocar três medidas de água em ebulição durante algum tempo eram lidas as temperaturas no termómetro que se encontrava colocado na rolha do *Kitasato* depois, voltava-se a medir a quantidade de água que restava.

expressões como: «evaporar», «subir/ dilatar», «ferver». Anteriormente tinham realizado actividades de dilatação/ expansão dos corpos líquidos, e das actividades onde foi trabalhado a evaporação na qual tinham verificado que havia factores que contribuíam para uma maior rapidez de evaporação, nomeadamente o aquecimento. Os conhecimentos anteriormente adquiridos foram aplicados na previsão para o termómetro A.

As previsões para o termómetro B³¹, traduzidas em percentagem de respostas estão representadas Figura 9.

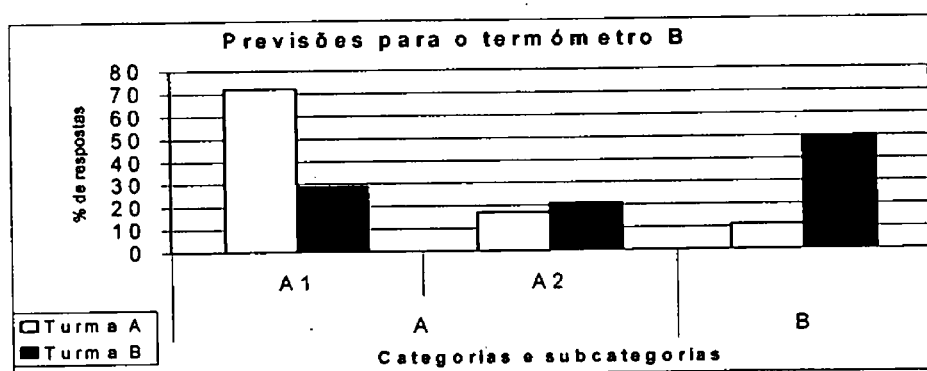


Figura 9. Distribuição da percentagem de respostas dos alunos das duas turmas por categoria, relativamente à previsão para o termómetro B, ($nA = 20$ e $nB = 23$).

Como se pode verificar pela Figura 9 há uma elevada percentagem de respostas dos alunos que prevê uma temperatura constante e desses, onze alunos, referem mesmo que o termómetro vai «ficar nos 0 °C». Isto pode querer significar que os alunos estão a aplicar conhecimentos adquiridos anteriormente.

Da mesma forma que para a ebulição e, talvez de uma forma mais acentuada, é visível a melhoria na previsão do fenómeno comparativamente às previsões feitas aquando da realização da actividade experimental da *Fusão*³², como se pode ver no Quadro 16 e 17.

Quadro 16 – Previsões dos Alunos Relativamente à Fusão, ($nA = 24$ e $nB = 22$)

	Turma A	Turma B
«vai derreter/ fundir»	38 %	27 %
«temperatura vai subir»	21 %	18 %
«vai descer para 0 °C»	4 %	14 %
«ficar sempre nos 0 °C»	0	4,3 %

³¹ Recordamos que o termómetro B estava em contacto com gelo picado num *gobelé* em cima da mesa.

³² A actividade consistia em registar a temperatura, que era lida de minuto a minuto num termómetro que se encontrava dentro de um *gobelé* com gelo.

«temperatura vai descer»	29 %	14 %
«vai dilatar»	4 %	0
«evaporar»	4 %	0
«até - 10 °C»	0	14 %
«-1, -2, -3 (...) ia congelar o copo»	0	4,3 %
«ia ficar zero graus negativos e o gelo ia derreter»	0	4,3 %

Mais uma vez aqui se verifica que o número de alunos que efectua previsões em termos dos efeitos é ainda significativo, utilizando conhecimentos adquiridos anteriormente nas expressões: «vai derreter/ fundir», «evaporar». Enquanto que agora, nas duas turmas, 11% dos alunos prevêem a temperatura constante nos 0° C e utilizam expressões: «*descer para 0 °C*», «*ficar sempre nos 0 °C*», «*descer até zero*», «*chegar ao zero*».

Verificou-se também que, para esta actividade, o tipo de linguagem utilizado por alguns alunos foi uma linguagem mais próxima da científica do que a anteriormente utilizada para a ebulição. A título de exemplo, há um maior número de alunos que diz «o gelo vai fundir» em vez de derreter.

Se se compararem as previsões efectuadas aquando dos fenómenos isolados com as previsões na simulação do ciclo da água verifica-se que na primeira observação da ebulição nenhum aluno referiu subida da temperatura enquanto que, para o mesmo fenómeno no ciclo da água, 57% dos alunos nas duas turmas referiram a subida da temperatura. Na primeira observação da fusão houve 11% dos alunos que fizeram uma previsão para a constância da temperatura (como já se referiu), para o mesmo fenómeno, na simulação do ciclo da água a previsão para a invariância da temperatura foi por 50% dos alunos, dos quais 30% referiam que *vai ficar nos 0° C*.

Existem algumas diferenças nos resultados obtidos entre as duas turmas, na actividade do ciclo da água, embora não seja nosso objectivo estabelecer uma comparação, estes dados obtidos poder-nos-ão permitir, a partir daqui tirar algumas ilações.

Um primeiro aspecto prender-se-á, talvez, com o facto de que aos alunos da turma A, desde o início do estudo estabeleceram previsões antes da realização das actividades, tendo sido confrontados, depois, com os resultados (nem sempre de acordo com o previsto), em contrapartida, só no 4.º ano é que os alunos da turma B foram iniciados na formulação da previsão dos fenómenos. Os alunos não estavam habituados a prever, e por isso parecem

evidenciar maior dificuldade em utilizar aprendizagens anteriores. Assim, descrevem o que está mais próximo do seu conhecimento quotidiano. Um segundo aspecto poderá ter a ver com a forma como os assuntos são explorados na aula e com o grau de exigência na aplicação dos conceitos e com a insistência da linguagem utilizada. Assim, se uma professora utiliza uma linguagem mais próxima da científica, esta torna-se mais familiar para os alunos. Estes tendem, quando elaboram os seus raciocínios, a pensar e a escrever numa linguagem mais elaborada. Este aspecto é muito notório na actividade que se seguiu – a *destilação*.

2.1.3 – Destilação

A destilação foi uma actividade experimental de demonstração realizada para o grande grupo e, foi o culminar de uma série de actividades exploratórias sobre a dissolução. No estudo da propriedade da água como solvente, cada grupo de alunos foi descobrir o que acontecia a diferentes substâncias quando misturadas com a água. Confrontados com a questão – será possível separar os componentes da mistura obtida, os alunos experimentaram processos de separação de substâncias: *deposição, decantação, filtração, evaporação até à secura*. Após a realização daquelas actividades foram confrontados com a questão – no caso das soluções de anilina, se quisermos obter os componentes, incluindo a água, como proceder? Os alunos planearam então uma forma de conseguir separar as substâncias dissolvidas, sem perder a água.

Houve dois alunos (turma A) que de imediato, evocando o ciclo da água, propuseram uma forma de recuperar a água, separando-a da anilina. O aluno A11 explicou a forma de recuperar a água: *«metíamos gelo à volta do gobelé (porque se não derretia o gelo e confundíamos a água que tínhamos com a que se derretia) e depois a água vai...»* questionou-se o aluno: *«Água no estado quê?»* o aluno prosseguiu: *«no estado de vapor vai encontrar um sítio frio e vai-se lá meter»*, repetiu-se a questão: *«Vai-se lá meter?»* o aluno: *«Vai, vai... não me lembro da palavra, são tantas palavras difíceis...»* ajudou-se *«Vai condensar?»* e o aluno concluiu: *«Então vai-se fazer a condensação»*.

O aluno A6 explicou o seu raciocínio usando um esquema idêntico ao utilizado na evaporação até à secura acrescido de uma placa térmica congelada. (Desenhou um *gobelé* com água azul em cima de um tripé, com uma lamparina por baixo e uma superfície fria). *«Faz-se isto que aqui está e a água evapora. Está aqui a substância, a lamparina para a água se evaporar. Depois a*

água evapora-se e aqui está uma placa de gelo, faz chover e a água vai para um recipiente e fica-se com a água e ali com a substância».

Outros alunos, embora de uma forma não tão completa fazem propostas que indicam que perceberam o que de essencial está envolvido. «...podemos pôr um cubo de gelo em cima do gobelé» - o aluno A21;

- «a água quando entra em ebulição, ... evapora-se. (...) pôr a tampa e depois pôr a ferver a água vai evaporar-se para a tampa e assim ficamos com água na tampa.» - aluno A1;
- «No gobelé, em cima do tripé e lamparina punha-se uma placa de gelo e a água caía para o recipiente» - o aluno A19.

Alguns alunos da turma B responderam à mesma questão:

- «Pomos uma lamparina e depois pusemos um tripé e pusemos o sumo no gobelé e acendemos a lamparina e a água separou e nós queríamos que batesse na parte fria e voltasse água.» - o aluno B8;
- «Uma forma de conseguir sem perder a água é fazer a água ferver e fazer com que o vapor bata numa coisa fria» - aluno B20;
- «...podemos tentar fazer com que ela bata numa parte fria» - o aluno B1.

Após o planeamento, houve discussão entre os alunos apoiados pelas professoras, no sentido de identificar qual a melhor forma de realizar a separação dos componentes da mistura.

Na aula seguinte, após a montagem para a *destilação* e, antes de acender a lamparina, foi pedido aos alunos que registassem, nas respectivas folhas de registo, o que ia acontecer à água corada, quando se acendesse a lamparina.

Para a destilação³³ organizaram-se as previsões dos alunos nas categorias como se pode ver no Quadro 17.

Quadro 17 – Categorias Definidas para as Previsões do Conceito de Destilação

CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA CATEGORIA
A – Separação	Referência explícita à separação das duas substâncias através das mudanças de estado físico da água Ex.: ...a água se vai evaporar e a substância vai ficar. (A6)
B – Separação de um dos componentes	Referência à obtenção de um dos componentes devido a mudanças de estado (explícitas ou supostas) e à água (vapor)

³³ Para esta demonstração foi utilizada a mistura de água com anilina efectuada anteriormente por um dos grupos. O *Kitasato* arrolhado, que contém água corada, está suspenso num suporte universal com garra por cima de uma lamparina. Da tubuladura sai um tubo de borracha para um gobelé.

	Ex.: ...a água vai começar a entrar em condensação ³⁴ e vai começar a sair vapor, e quando o vapor procurar uma superfície fria e começa a chover. (A16)
C – Produto final	Referência à água obtida como produto final Ex.: Eu acho que a água vai ficar limpa no gobelé. (B12)
D – Perda de água	Referência à perda de água devido à ebulição/ evaporação Ex.: ...a água não vai toda para o copo porque ela está evaporada. (A17)
E – Indissociação das substâncias	Referência à obtenção de água azul Ex.: ...a anilina com água vão passar pelo tubo de borracha vão ficar dentro de um copo. (A21)
F – Não pertence às categorias anteriores	Ex.: Com o tubo a água vai (entrar) encostar a parte fria. (A19)

Na Figura 10 estão explícitas em percentagem as previsões dos alunos por categoria. Como se pode ver, é bastante significativo o elevado número de alunos, que se situam nas três primeiras categorias (A), (B) e (C), aquelas que estão (de uma forma mais ou menos completa) mais próximas da previsão correcta. Os alunos referiram-se sobretudo à *evaporação*, muitos deles, acrescentando que o vapor ao encontrar uma parte fria, passaria ao estado líquido, alguns alunos explicitaram também que a água ficava limpa no *gobelé* e as anilinas ficavam no *Kitasato*.

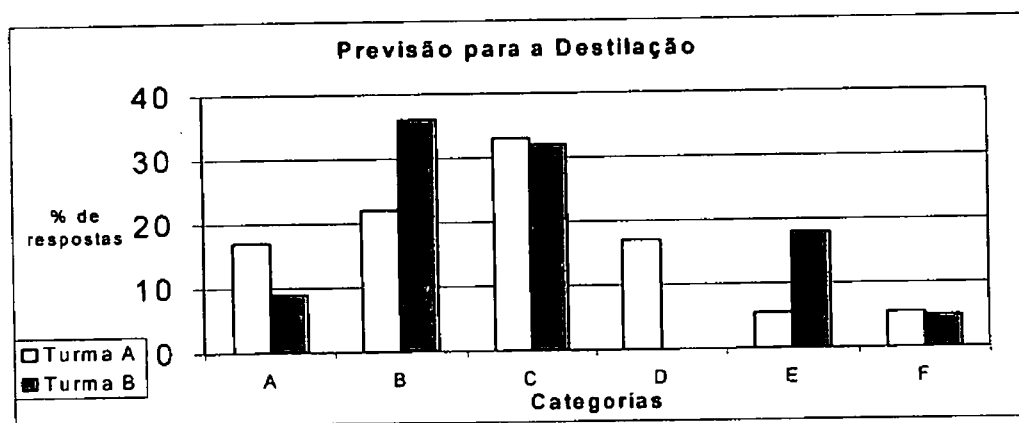


Figura 10. Distribuição da percentagem de respostas dos alunos das duas turmas por categoria, relativamente à previsão para a destilação da mistura de água com anilina, ($n_A = 18$ e $n_B = 21$).

É bem notória a mobilização de conhecimentos anteriores em especial os envolvidos na simulação do ciclo da água. Foram vários os momentos em que os alunos invocaram as actividades realizadas anteriormente ou seja, mobilizaram competências, para preverem

³⁴ Por lapso o aluno disse *condensação* e queria referir-se a *ebulição*.

relativamente a um novo fenómeno ou situação. À medida que se avança no tempo, pode constatar-se que os alunos utilizam uma linguagem mais elaborada, recorrendo a termos mais cientificamente correctos. A título de exemplo, na previsão para a *destilação* da água com anilina podem constatar-se expressões do género: «a água vai começar a entrar em condensação» (A16); «a água vai evaporar e a substância vai ficar» (A6); «a água vai evaporar e as anilinas vão ficar no Kitasato» (B14'); «...anilina ia entrar em ebulição e o vapor ia para o gobelé» (B20); «...vai entrar em ebulição e embaciar...» (B14); «o gobelé vai ficar embaciado e vai ficar com água limpa» (B19).

É de salientar que apenas 17% dos alunos se encontram nas categorias E e F, isto é, não conseguiram prever a separação da mistura.

A previsão tornou-se muito importante nestas actividades, porque foi uma das formas dos alunos revelarem as concepções, adquiridas por variadíssimas formas no seu quotidiano, e por passarem a mobilizar conhecimentos e a inferir de umas actividades para as outras tornando as suas previsões mais consistentes e melhor elaboradas.

2. 2 – Descrição do observado - «O que observei»

Na descrição dos fenómenos observados pretendeu-se que os alunos, progressivamente, fossem capazes de desenvolver a capacidade descrever com objectividade e rigor, livre de juízos interpretativos o que observam, e articulassem melhor as frases ultrapassando a justaposição simples.

Por vezes os alunos conseguem sequenciar os acontecimentos no tempo, dando respostas objectivas descrevendo os processos e os resultados obtidos mas também podem justificar ou estabelecer uma relação de causa e efeito ao invés de descreverem. Em geral os alunos têm dificuldade em produzir descrições objectivas, sendo acompanhadas de alguma forma, de juízos interpretativos.

Por outro lado, ao nível da expressão escrita, alguns alunos tendem a descrever objectivamente o essencial, atendendo a alguns pormenores de forma a serem entendidos. Outros porém, descrevem alguns dos aspectos essenciais dos fenómenos e ficam outros subentendidos. Nas descrições, em geral os alunos fazem, de início, uma justaposição das frases sem usar partículas de ligação.

2.2.1 – Dilatação/ contração de corpos sólidos (barra metálica)

Após a análise das descrições da observação para a *dilatação* de corpos sólidos (barra metálica) estabeleceram-se as categorias e subcategorias como se mostra no Quadro 18.

Quadro 18 – Categorias e Subcategorias para a Descrição do Observado para o Aquecimento dos Corpos Sólidos (Barra Metálica)

CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA SUBCATEGORIA
A – Objectiva ou próximo	Descrição dos resultados observados	A ₁ – Referência ao movimento do ponteiro e alteração cromática. Ex.: ... a barra de alumínio ficou preta o ponteiro ficou no último risco. A17
		A ₂ – Referência à localização/ movimento do ponteiro, ou alteração cromática Ex.: ... o ponteiro vai andando vai subindo mais. (A19)
B – Híbrida	Descrição contendo alguma interpretação ou inferência	B ₁ – Referência ao aumento do volume da barra e ao movimento do ponteiro com referência ou não ao acto de aquecer. Ex.: A chama aqueceu o varão dilatou e empurrou o ponteiro. (B16, B17, B20) Ex.: ... a barra aqueceu, dilatou e afastou o ponteiro. Também observei que a barra antes estava branca depois ficou preta e agora branca. (A11) B ₂ – Referência ao aumento do volume da barra e/ ou ao movimento do ponteiro. Ex.: ... inchou e fez o ponteiro andar. (B21)
C – Não objectiva	Contém elementos não objectivos Ex.: a barra está a queimar. (A9)	
D – Não pertence às categorias anteriores	Ex.: Que tinha um ferro (A4)	

Da observação deste fenómeno os alunos podiam referir-se à deslocação do ponteiro (ou indicador) podendo ou não referir o aquecimento da barra. A Figura 11 apresenta a percentagem das descrições dos alunos pelas categorias encontradas.

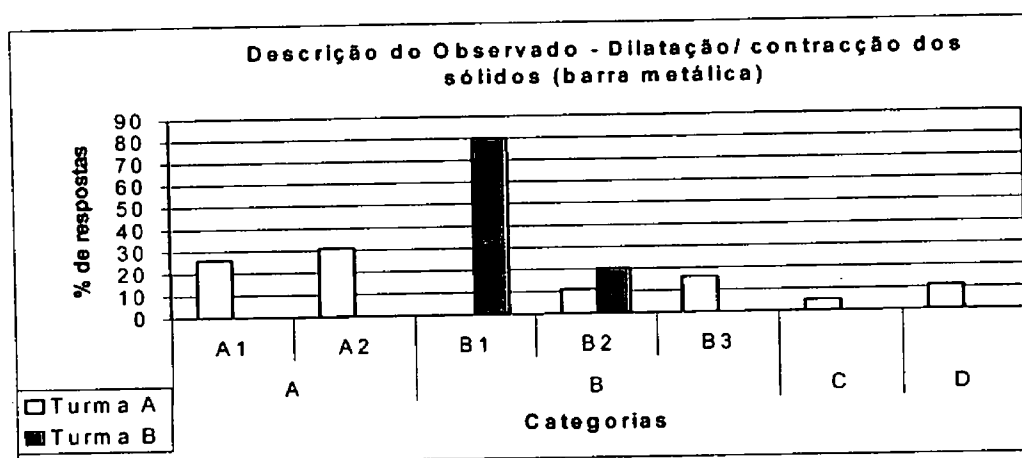


Figura 11. Distribuição da percentagem de respostas dos alunos das duas turmas por categoria e subcategoria, relativamente à descrição do que observaram na dilatação / contracção dos corpos sólidos, ($nA = 20$ e $nB = 19$).

As respostas da Turma A encontram-se maioritariamente na categoria A. Houve 57% dos alunos que descreveram objectivamente os resultados observados. Houve apenas um aluno que se referiu à contracção: «*Observei que o ferro encolheu depressa*» (A24), isto porque, fez o registo da observação após se ter apagado a lamparina.

Na turma B, apenas dez alunos escreveram o que observaram e, por isso, só foi feita análise de conteúdo para estas dez respostas. De qualquer forma, oito, em dez alunos responderam na subcategoria B₁ e dois na subcategoria B₂. Os restantes alunos, no espaço reservado *O que observei*, apenas desenharam o que estavam a observar sem qualquer tipo de legenda o que se tornou impossível de traduzir por palavras.

2.2.2 – Dilatação/ contracção de corpos líquidos (água corada)

Na descrição da observação relativamente ao aquecimento de corpos líquidos (água corada), as «respostas» dos alunos foram organizadas nas categorias e subcategorias que se explicitam no Quadro 19.

Quadro 19 – Categorias e Subcategorias para a Descrição do Observado para a Dilatação/ Contração dos Corpos Líquidos (água corada)

CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA SUBCATEGORIA
A – Objectiva ou próximo	Descrição dos processos e/ou dos resultados	A ₁ – Referência: ao acto de aquecer, e à subida da água; ao arrefecimento e à descida da água corada. Ex.: <i>a água e o corante quando a lamparina estava a arder a água e o corante subiram pelo tubo. Quando a lamparina já não estava lá foi descendo.</i> (A19)
		A ₂ – Referência a um dos processos e do seu resultado: aquecimento e subida da água corada Ex.: <i>Acendeu-se a lamparina e como começou a inchar e subiu.</i> (B6)
		A ₃ – Referência ao (s) resultado (s): subida e/ou descida da água corada Ex.: <i>o corante subiu e depois desceu.</i> (A8)
B – Híbrida	Descrição baseada em concepções alternativas ou contendo alguma interpretação ou explicação. Contém elementos objectivos e subjectivos Ex.: <i>... o corante com água com o calor subiu e depois apagou-se a lamparina e a água com corante desceu.</i> (A6)	
C – Não pertence às categorias anteriores	Ex.: <i>O corante parecia um vulcão.</i> (B11).	

Na Figura 12 pode observar-se como as respostas dos alunos foram distribuídas pelas categorias e subcategorias.

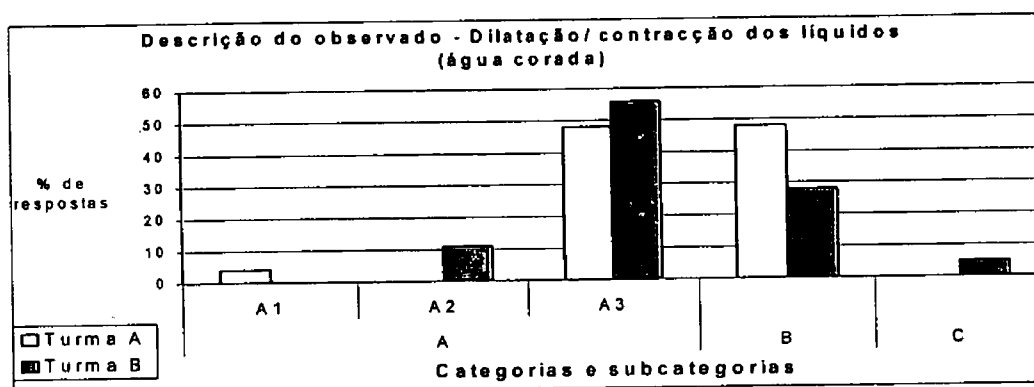


Figura 12. Distribuição da percentagem de respostas dos alunos das duas turmas por categoria e subcategoria, relativamente à descrição do que observaram na dilatação/ contração da água corada, ($nA = 22$ e $nB = 19$).

À semelhança do que se verificou na actividade anterior, os alunos também se fixaram mais nos resultados observados (A_3) ou seja, referiram tendencialmente (65%) o efeito que realçava mais visualmente – a subida da água corada³⁵. Um aspecto a salientar é que o número de alunos que referiu a contracção foi superior relativamente à actividade anterior. Pode eventualmente dever-se ao facto da expansão e contracção do líquido ser mais rápida e mais visível que a dilatação/ contracção da barra metálica. Mas, poderá também querer significar uma observação mais rigorosa em que os alunos descrevem melhor o que observam, não se focalizando apenas num dos aspectos observados.

2.2.3 – Dilatação/ contracção de corpos gasosos (ar)

Na dilatação/ contracção do ar havia vários aspectos que os alunos podiam descrever: aqueceu-se o ar acendendo a lamparina e, apagando, ocorreu um arrefecimento do ar até à temperatura ambiente, posteriormente colocando o balão de vidro em contacto com o gelo ocorre um abaixamento da temperatura mais acentuado (arrefecimento).

As descrições da observação para o aquecimento de corpos gasosos (ar) foram organizadas nas categorias e subcategorias como se pode ver no Quadro 20.

Quadro 20 – Categorias e Subcategorias para a Descrição do Observado para a Dilatação dos Corpos Gasosos (ar)

CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA SUBCATEGORIA
A – Objectiva ou próximo	Descrição dos processos e/ou dos resultados	<p>A_1 – Referência: ao acto de acender a lamparina e ao enchimento do balão de borracha; apagar a lamparina (podem referir ou não) e/ou descida do balão;</p> <p>colocar em gelo (podem referir ou não) e sucção do balão (para dentro do balão de vidro).</p> <p>Ex.: 1.ª parte: <i>acendeu a lamparina e o balão começou a subir.</i></p> <p>2.ª parte: <i>apagou a lamparina e o balão murchou.</i></p> <p>3.ª parte: <i>depois já estava lá dentro do balão de vidro (A_2)</i></p>

³⁵ A subida da água corada foi um acontecimento que os alunos apreciaram bastante, havendo um aluno que fez uma analogia dizendo: *O corante parecia um vulcão* (B11).

		<p>A₂ – Referência a um dos processos (acto de acender ou apagar a lamparina e/ ou colocar em gelo) e todos os resultados subida, descida e sucção do balão (para dentro do balão de vidro).</p> <p>Ex.: 1.ª parte: o balão encheu um pouco de ar.</p> <p>2.ª parte: o balão murchou.</p> <p>3.ª parte: tinha muito gelo e foi para dentro. (A22)</p> <p>A₃ – Referência a dois dos processos (acto de acender ou apagar a lamparina e/ ou colocar em gelo) e dois dos resultados (subida, descida e contracção do balão).</p> <p>Ex.: 1.ª parte: o balão com a lamparina aqueceu o balão</p> <p>2.ª parte: A professora tapou a lamparina e o balão começou a esvaziar.</p> <p>3.ª parte: O balão entrou no balão de vidro. (A20)</p> <p>A₄ – Referência aos resultados: subida, descida e à contracção do balão (para dentro do balão de vidro).</p> <p>Ex.: 1.ª parte: o balão de borracha levantou-se.</p> <p>2.ª parte: O balão baixou.</p> <p>3.ª parte: O balão foi para dentro. (A6)</p> <p>A₅ – Referência a dois dos resultados: subida/ descida e à contracção do balão (para dentro do balão de vidro).</p> <p>Ex.: 1.ª parte: o balão de borracha encheu e ficou uma bola de futebol.</p> <p>2.ª parte: o balão começou a (...)</p> <p>3.ª parte: o balão para dentro do balão. (B16)</p> <p>A₆ – Referência a parte dos processos e dos resultados: aquecimento e/ou subida e/ou arrefecimento e/ou descida e/ou esfriamento.</p> <p>Ex.: 1.ª parte: eu vi o balão a encher.</p> <p>3.ª parte: o balão agora está vazio (B19)</p>
B – Híbrida	<p>Descrição contendo conhecimentos anteriores ou justificações.</p> <p>Ex.: 1.ª parte: Quando se acendeu a lamparina o balão de borracha inchar (dilatou).</p> <p>2.ª parte: o balão ficou sem ar e então desinchou.</p> <p>3.ª parte: com o gelo o balão está a ir para dentro. (B15)</p>	

Esta actividade é a terceira da dilatação dos corpos e, nesta sequência, o nível de exigência tornou-se maior e os factos a observar têm vindo a tornar-se mais complexos.

Como é visível pela Figura 13, a maior percentagem de respostas dos alunos situa-se na subcategoria (A₄) onde os alunos deram respostas do género: «1.ª parte: o balão começou a encher até ao fim; 2.ª parte: o balão murchou outra vez; 3.ª parte: o balão foi para dentro do balão de vidro» (A15). Mais uma vez, a maior parte das respostas refere os aspectos mais visíveis.

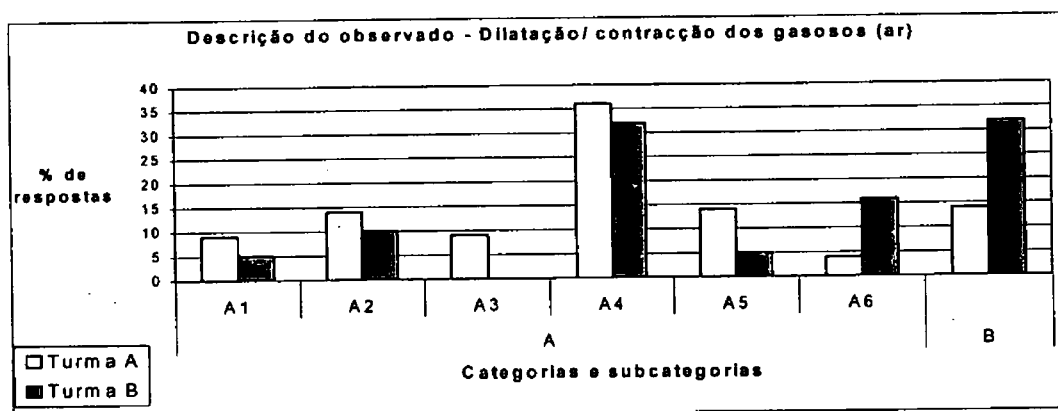


Figura 13. Distribuição da percentagem de respostas dos alunos das duas turmas por categoria e subcategoria relativamente à descrição do que observaram na dilatação/ contração dos corpos gasosos ($nA = 22$ e $nB = 19$).

A percentagem de respostas na Categoria B é ainda relativamente elevada porque, os alunos além de descreverem os fenómenos continuam a introduzir alguma interpretação com base em conhecimentos anteriores ou a justificarem. Esta foi a última actividade do 3.º ano que se analisou.

Uma vez que, na actividade de simulação do ciclo da água, os alunos não descreveram por escrito o que observaram, porque enquanto decorria a actividade estiveram ocupados a registar a temperatura de três em três minutos, com vista à elaboração de gráficos, por isso, segue-se, a análise da descrição do observado para a actividade de destilação realizada no 4.º ano.

2.2.4 - Destilação

Para a actividade da destilação as descrições dos alunos relativamente à observação foram organizadas nas categorias e subcategorias expressas no Quadro 21.

Quadro 21 – Categorias e Subcategorias para a Descrição do Observado para a Destilação

CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA SUBCATEGORIA
A – Objectiva ou próximo	Descrição dos processos e referência ou não à água como produto.	A ₁ – Referência: ao acto de aquecer ou às mudanças de estado e à separação da água e da anilina. Ex.: ...as anilinas entraram em ebulição e a água começou a evaporar. (B14')
		A ₂ – Referência a um dos processos: evaporação, condensação, e à obtenção de água. Ex.: as paredes (...) estavam a evaporar-se cada vez mais e a água separasse da anilina. (A4)
		A ₃ – Referência a um dos processos: ebulição, evaporação, condensação e precipitação (ou expressões equivalentes). Ex.:...a anilina ficou com espuma e também observei que o vapor passou para o copo e o copo ficou embaciado. (A18)
		A ₄ – Referência à separação da água e da anilina ou ao(s) produto(s). Ex.: ...a água pura ficou no gobelé e as anilinas no Kitasato. (B23)
		A ₅ – Referência à água como produto. Ex.: ...a água se conseguiu separar toda. (B1)
B – Híbrida	Descrição contendo justificação Ex.: Que a anilina ficou no Kitasato e a água ficou no gobelé/ porque a rolha não deixava passar o vapor mas sim deixava passar pelo tubo (A7)	
C – Não pertence às categorias anteriores	Ex.: Agora estamos a (...) a água. (B4')	

Nesta actividade, os alunos observaram a separação da água de substâncias nela dissolvidas, através da ebulição, seguida de condensação. O processo efectuado era semelhante ao que haviam observado aquando da simulação do ciclo da água, diferindo no facto de se tratar de água corada (com anilinas em pó). Muitos alunos referiram as mudanças de estado (ebulição/ evaporação e condensação).

A percentagem de respostas por categoria e subcategoria é apresentada na Figura 14.

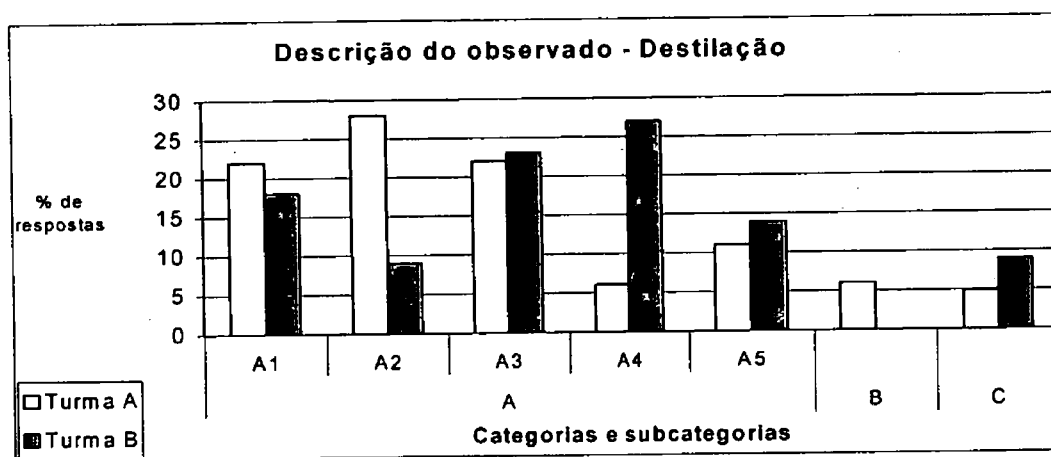


Figura 14. Distribuição da percentagem de respostas dos alunos das duas turmas por categoria e subcategoria relativamente à descrição do que observaram na destilação da água com anilina ($nA = 18$ e $nB = 21$).

Na descrição desta actividade (destilação) é de realçar que a categoria A – descrição objectiva ou próximo (integrando as cinco subcategorias) tem uma percentagem muito elevada, sendo de 89% na turma A e 91% na turma B.

Um aspecto a realçar é a tendência que os alunos têm, quando há mais que um aspecto a referir na observação do fenómeno, em fixar apenas num dos aspectos observados geralmente o mais inesperado, como foi o caso da dilatação/ contracção da água corada ou da sucção do balão de borracha quando o balão de vidro foi colocado no gelo.

Outro facto a registar é o de que os alunos tendem ainda a juntar alguma interpretação ou a fazer algum tipo de inferências como por exemplo na dilatação dos sólidos (barra metálica): «o varão dilata» (B10); «a chama aqueceu o varão» (B16).

2.3 – Interpretação do Observado - «Explico o que aconteceu»

Após a descrição do observado era solicitado aos alunos que inferissem acerca do que havia(m) observado (última parte da ficha de registo). Para interpretar ou inferir/ concluir ou seja, apontar qual(is) a(s) razão(ões) do(s) acontecimento(s) observado(s) (e descritos) teriam de atribuir um significado ao que observaram recorrendo ao uso de um vocabulário próprio e adequado (mais científico) mobilizando conhecimentos adquiridos e revelando, não só um conhecimento dos fenómenos envolvidos, como também sendo capazes de estabelecer relações de causa e efeito. Ao estabelecerem relações de causa e efeito, os alunos são capazes de explicitar o significado atribuído ao que observaram.

No discurso explicativo a correcção frásica assume uma maior importância. Quando interpretam, para se exprimirem utilizam uma linguagem escrita legível (quando se consegue perceber claramente tudo o que escreve), com correcção ortográfica (escrevem correctamente as palavras do vocabulário utilizado), utilizando correctamente os sinais de pontuação, ou utilizam uma linguagem confusa, incipiente (quando se consegue perceber o discurso escrito de uma forma dedutiva revelando que os conceitos foram aprendidos) por falta de partículas de ligação (ou até pela ausência de ligação explícita entre duas frases ou ainda a ausência de ligações entre os diversos termos de uma frase), sinais de pontuação, conjugação incorrecta dos verbos, troca ou inversão de palavras por palavras semelhantes ou novas.

Assim, as categorias estabelecidas para a interpretação, embora decorrentes da análise das respostas dadas pelos alunos, tiveram em conta a explicitação de relações de causa e efeito, dada a sua importância quer do ponto de vista do pensamento científico quer do desenvolvimento do raciocínio e da linguagem da criança.

De seguida é apresentada a categorização das interpretações dos fenómenos envolvidos nas actividades seleccionadas: dilatação dos sólidos, dos líquidos, dos gases, as mudanças de estado físico e destilação.

2.3.1 – Dilatação/ contracção dos Corpos Sólidos (barra metálica)

Nas actividades de aquecimento e arrefecimento dos corpos sólidos (dilatação da barra metálica) foram encontradas as seguintes categorias e subcategorias de análise como se mostra no Quadro 22.

Na categoria A – Relações de causa e efeito – foram consideradas as respostas dos alunos que evidenciaram estabelecer pelo menos uma relação de causa e efeito de uma forma explícita.

Quadro 22 – Categorias e Subcategorias para a Interpretação dos Alunos para a Dilatação/ Contracção da Barra Metálica

CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA SUBCATEGORIA
A – Relações de causa e efeito	Interpretação dos resultados da experiência estabelecendo relações de causa e efeito de uma forma explícita ou implícita, completa ou incompleta.	<p>A₁ – Completa Referência à dilatação da barra e ao movimento do ponteiro como consequência do aquecimento Ex.: ... aqueceu ... e o varão inchou e ... alargou ... e empurrou o ponteiro e o ponteiro foi subindo. (B4, B12)</p>
		<p>A₂ – Incompleta São estabelecidas uma ou duas relações de causa e efeito - a dilatação como consequência do aquecimento; Ex.: ... barra foi crescendo <u>com o calor</u>. (A18) ou - o movimento do ponteiro como consequência do aquecimento; Ex.: chama aqueceu o varão e o varão fez subir o indicador. (B10) ou - o movimento do ponteiro como consequência da dilatação da barra. Ex.: ... varão está a inchar e <u>por isso</u> a agulha moveu-se. (B14)</p>
B – Justificação	É dada uma razão embora não seja estabelecida nenhuma relação de causa e efeito	<p>B₁ – É dada uma razão embora não seja estabelecida nenhuma relação de causa e efeito. Referência ao efeito do aquecimento ou seja à dilatação. Ex.: Varão começou a inchar <u>ou seja</u> dilatou. (B15)</p>
		<p>B₂ – A justificação é feita com base nas propriedades dos materiais revelando uma concepção alternativa Ex.: ... <u>porque</u> o metal ficou quente. (A10)</p>
		<p>B₃ – Referência ao acto de aquecer. Ex.: ... a lamparina esteve a queimar o ferro. (A19)</p>
C – Descrição	Descrição de procedimentos ou factos observados	<p>C₁ – Descrição de um facto observado Ex.: Ponteiro chegou ao último risco. (A8)</p>
		<p>C₂ – Descrição de procedimentos realizados Ex.: Primeiro ... meteu dois suportes ... Depois meteu a lamparina acesa debaixo da barra (A15)</p>
D – Não pertence às categorias anteriores	Ex.: ... o ferro ficou corpo. (A20)	

A interpretação feita pelos alunos para a dilatação/ contracção da barra metálica é apresentada em percentagem na Figura 15 evidenciando como foram distribuídas, pelas categorias e subcategorias, as respostas dos alunos das duas turmas.

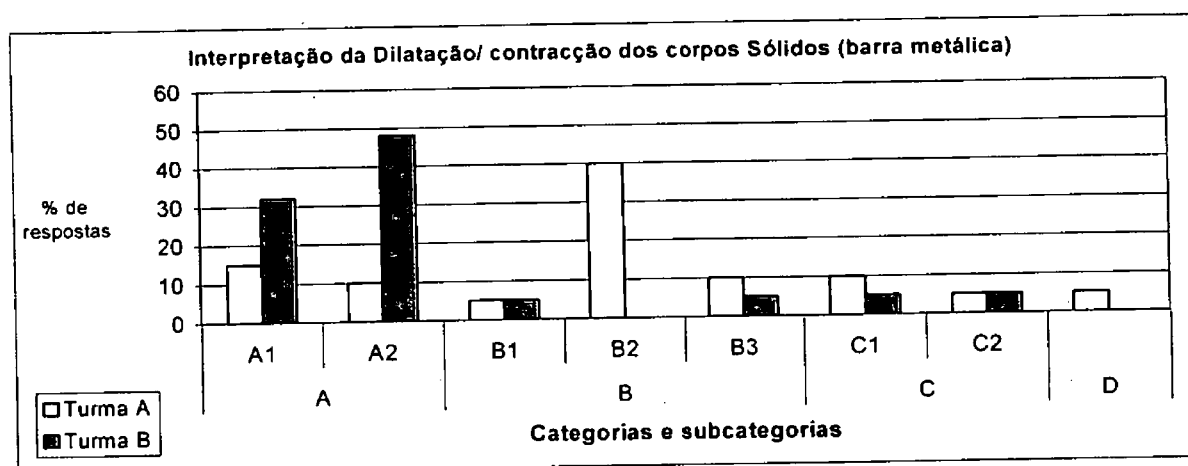


Figura 15. Distribuição da percentagem de respostas dos alunos das duas turmas por categoria e subcategoria relativamente à interpretação da dilatação/ contração dos corpos sólidos (barra metálica) ($nA = 20$ e $nB = 19$).

Os resultados obtidos mostram que uma percentagem considerável de alunos respondeu estabelecendo uma relação de causa e efeito, principalmente na turma B em que 80% dos alunos encontram-se dentro da categoria A. Da turma A, 25% dos alunos também se encontram na categoria A, mas uma percentagem considerável (40%) estão na subcategoria B_2 em que apresentam uma justificação feita com base nas propriedades dos materiais revelando uma concepção alternativa.

2.3.2 – Dilatação/ contração dos Corpos Líquidos (água corada)

Passando ao resultado da análise das interpretações dos alunos relativamente à dilatação dos corpos líquidos (água corada).

Apresenta-se de seguida o Quadro 23 onde se explicitam as categorias e subcategorias para as interpretações dos alunos relativamente à actividade do aquecimento/ arrefecimento dos corpos líquidos (água corada).

A utilização do conceito de dilatação/ expansão está bem presente na interpretação que os alunos efectuaram utilizando expressões: *dilatou/ ocupou mais volume/ ficou dilatado/ inchou/ foi enchendo/ dilatou o volume/...* ou seja, poder-se-á dizer que os alunos compreenderam o conceito e que os alunos mobilizaram saberes científicos adquiridos anteriormente.

Quadro 23 – Categorias e Subcategorias para a Interpretação dos Alunos para a Dilatação dos Corpos Líquidos (água corada)

CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA SUBCATEGORIA
A – Relações de causa e efeito	Interpretação dos resultados da experiência estabelecendo relação de causa e efeito de uma forma explícita ou implícita, completa ou incompleta.	<p>A₁ – Completa</p> <p>Referência à dilatação e/ou contracção do líquido e à sua subida e/ou descida como consequência do aquecimento e/ ou do arrefecimento.</p> <p>Ex.: ... subiu ... <u>porque</u> a lamparina estava acesa e o corante aqueceu e dilatou, e ... subiu pelo tubinho (A1)</p>
		<p>A₂ – Incompleta</p> <p>É estabelecida uma relação de causa e efeito</p> <ul style="list-style-type: none"> - a subida do líquido como consequência da dilatação; <p>Ex.: ... e a água dilatou e subiu pelo tubo ... ocupou mais volume. (B22)</p> <ul style="list-style-type: none"> - a dilatação do líquido como consequência do aquecimento; <p>Ex.: ... a água com corante dilatou <u>com o calor</u>. (A7)</p> <ul style="list-style-type: none"> - a subida e/ ou descida do líquido como consequência do aquecimento e/ ou arrefecimento; <p>Ex.: O volume começou a descer <u>porque</u> o calor já não estava debaixo (B4)</p>
B – Justificação	<p>É dada uma razão embora não seja estabelecida nenhuma relação de causa e efeito</p> <p>Ex.: A água dilatou (A9, A17)</p>	
C – Híbrida	<p>Contém uma parte descritiva e outra interpretativa</p> <p>Ex.: ... pôs o tubo e o corante subiu <u>porque</u> estava fumo e agora ... tirou o fogo e foi descendo. (B8)</p>	
D – Descrição	<p>Referência a um facto observado</p> <p>Ex.: O tubo foi deixando passar o corante e a água. (A19)</p>	
E – Não pertence às categorias anteriores	<p>Ex.: Eu penso que o tubo era fino e quando o lume ardeu. (A14)</p>	

Também se considerou na Categoria A, as respostas em que os alunos estabeleciam relações de causa e efeito de forma completa (A_1) quando referiam a dilatação e/ou contracção do líquido e sua subida e/ou descida como consequência do aquecimento e/ ou do arrefecimento e, de forma incompleta (A_2) quando era estabelecida uma relação de causa e efeito.

As percentagens de respostas dos alunos ficaram maioritariamente na categoria A, como se pode ver na Figura 16.

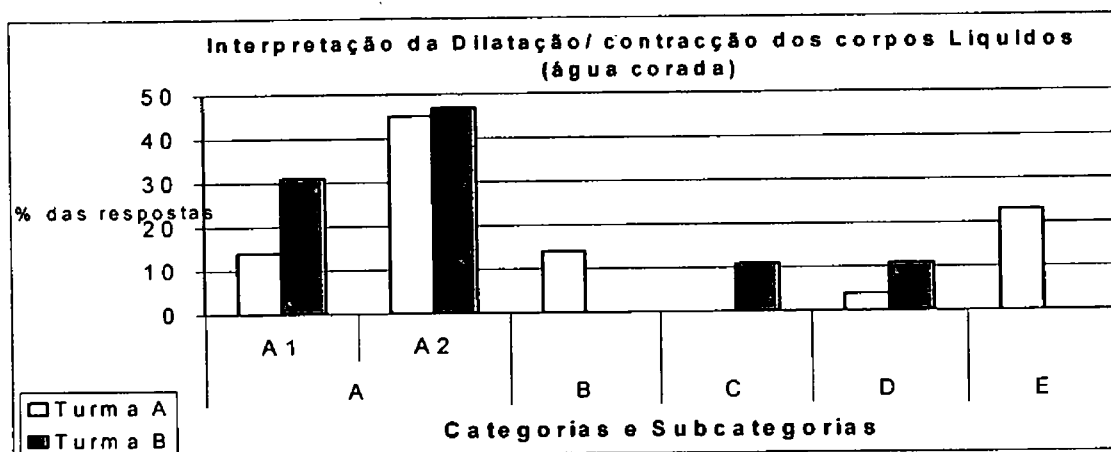


Figura 16. Distribuição da percentagem de respostas dos alunos das duas turmas por categoria e subcategoria relativamente à interpretação da dilatação/ contracção dos corpos líquidos ($n_A = 22$ e $n_B = 19$).

É de salientar que enquanto na interpretação dos corpos sólidos apenas um aluno descreveu a contracção da barra, na interpretação dos corpos líquidos houve oito alunos que se referiram à contracção do líquido ex.: *Porque ao aquecer começou a dilatar. E ao arrefecer voltou a vir para baixo.* B14.

Relativamente à comunicação escrita, os alunos começaram a utilizar frases complexas exprimindo relações temporais (quando) ex.: (...) *Quando a água estava fria foi começar a descer.* A16; relações causais (porque) ex.: *O corante estava a descer porque não estava a chama da lamparina ligada e já não estava a ocupar mais volume.* B19. E também usam frases complexas copulativas ou aditivas utilizando o conector e ex.: *Com o calor o líquido inchou e foi para cima e ocupou mais volume* B20.

2.3.3 – Dilatação/ contracção dos Corpos Gasosos (ar)

Na actividade de aquecimento/ arrefecimento dos corpos gasosos (ar) havia uma sucessão de situações de variação no volume do ar (dilatou, contraiu e contraiu mais – o balão de borracha

entrou para dentro do balão de vidro) para interpretar. As interpretações dos alunos foram categorizadas (Anexo 13) como a seguir se apresentam explicitadas no Quadro 24.

Quadro 24 – Categorias e Subcategorias para a Interpretação dos Alunos para a Dilatação dos Corpos Gasosos (ar)

CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA SUBCATEGORIA
A – Relações de causa e efeito	Interpretação dos resultados da experiência estabelecendo relação de causa e efeito de uma forma explícita ou implícita, completa ou incompleta.	<p>A₁ – Completa</p> <p>Referência à dilatação e/ou contracção do ar e à sua subida e/ou descida do balão como consequência do aquecimento e/ ou do arrefecimento</p> <p>Ex.: <u>Quando</u> ... aqueceu-se o balão de borracha encheu <u>porque</u> ... o fogo dilata o ar e o balão encheu e ocupou mais volume.</p> <p>...no gelo o balão de borracha foi para dentro <u>porque</u> estava frio e o ar estava a ir para baixo e levou o balão para dentro do goblé. Ocupou menor volume. (B2)</p>
		<p>A₂ – Incompleta</p> <p>São estabelecidas duas relações de causa e efeito:</p> <ul style="list-style-type: none"> - a subida e/ ou descida do balão como consequência do aquecimento e/ ou arrefecimento; <p>Ex.: ... com o calor o balão sobe e com o frio desce. (A6) ou</p> <ul style="list-style-type: none"> - quando interpretam um dos fenómenos <p>Ex.: ...acendeu a lamparina o balão de borracha encheu porque o ar dilatou ... ocupou mais volume. (B11)</p>
B - Híbrida	<p>Contém uma parte descritiva e outra interpretativa</p> <p>Ex.: <u>Quando</u> a lamparina estava a arder o balão de borracha encheu e quando estava frio (com gelo) o balão foi para dentro. ... <u>conclusão</u> ... podemos dilatar corpos... (A11)</p>	
C – Descrição	Descrição de procedimentos ou factos observados	<p>C₁ - Referência a procedimentos realizados</p> <p>Ex.: Em primeiro lugar... meteu o tripé meteu a rede e um balão de vidro por cima da rede. Em seguida taparam... acendeu uma lamparina e meteu debaixo do tripé. (A15)</p>
		<p>C₂ - Referência a facto(s) observado(s).</p> <p>Ex.: ... o balão encheu e a seguir também desencheu. (A21)</p>
D – Não pertence às categorias anteriores	Ex.: O balão estava a ... o balão (A10)	

Estabeleceram relações de causa e efeito 55% dos alunos da turma A e 74% da turma B encontrando-se na categoria A como se pode ver na Figura 17.

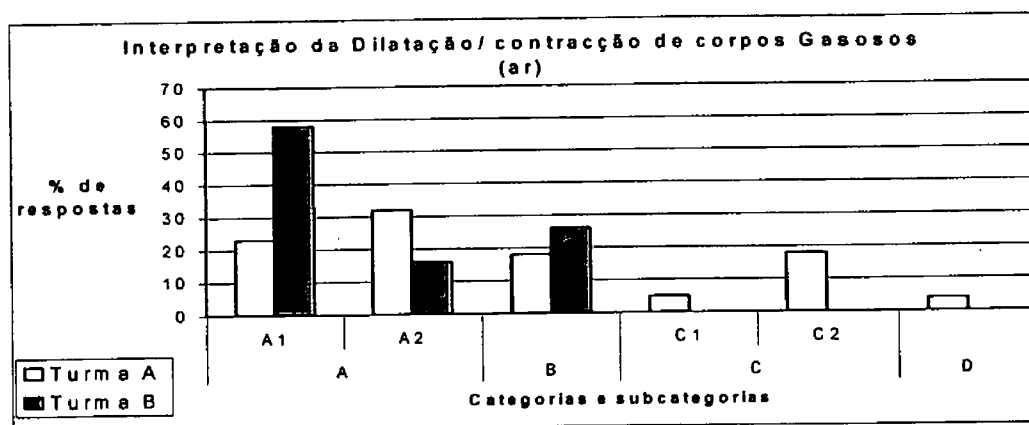


Figura 17. Distribuição da percentagem das respostas dos alunos das duas turmas pelas categorias e subcategorias relativamente à interpretação da dilatação dos corpos gasosos.

Sendo esta uma actividade que envolvia competências mais complexas relativamente às duas actividades anteriores foi também, por isso, aquela em que os alunos teriam forçosamente mais dificuldade em explicar uma vez que se havia acrescentado um novo acontecimento relativamente às actividades anteriores, pois acentuou-se o abaixamento de temperatura e consequentemente a contração do volume do ar. O facto de se ter colocado o balão de vidro numa tina com gelo provocou um efeito de sucção do balão de borracha para dentro do balão de vidro, que os alunos não conseguiram prever (achavam que ia ficar na mesma “murcho”).

A introdução deste novo acontecimento mostra que, quando há uma sequência de acontecimentos, os alunos têm dificuldade em considerá-los a todos, como se vê pela resposta ex.: *Ao acendermos a lamparina o balão de vidro dilatou o seu ar para o balão de borracha. Por isso o ar dilatou. Quando o balão de vidro foi para o gelo o ar arrefeceu. E como o ar contrai ele vai para dentro.* (B14). Nenhum aluno referiu o arrefecimento à temperatura ambiente – o balão de borracha voltou praticamente ao estado inicial – sendo este acontecimento completamente ignorado. A tendência foi de referirem o que se tornou mais evidente ou seja, porque é que dilatou e porque é que contraiu para dentro do balão de vidro.

Na comunicação escrita, os alunos dão um significado aos termos empregues, denotando um entendimento do fenómeno que haviam observado, utilizando frases complexas exprimindo relações causais, utilizando partículas de ligação como: (*porque*) ex.: ... *no gelo o balão esvaziou e entrou para dentro do balão de vidro porque não está aquecido e esfriou.* B6; (e) *O calor ocupou mais espaço e*

o balão encheu e o balão subiu. B3; relações temporais (*quando*) ex. (...) *Quando* acendemos a lamparina fez dilatar o balão de borracha B4.

2.3.4 – Simulação do Ciclo da Água – 1.ª parte

Na actividade de simulação do ciclo da água foi pedido aos alunos que fizessem uma interpretação dos fenómenos observados.

A interpretação dos alunos foi categorizada como se pode ver no Quadro 25.

Quadro 25 – Categorias e Subcategorias para a Interpretação Relativa à Simulação do Ciclo da Água – 1.ª parte

CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA SUBCATEGORIA
A – Percepção do(s) fenómeno(s)	Referência a todos ou a alguns dos fenómenos envolvidos, podendo ser ou não explicitada alguma relação de causa-efeito traduzida por partículas de ligação (e ou outra)	A1 – Referência a quatro ou cinco fenómenos envolvidos contendo alguma partícula de ligação Ex.: <i>Com o calor ... o gelo passou do estado sólido para o estado líquido. Depois a água começou a entrar em ebulição e passou do estado líquido ao gasoso, ... o vapor passou pelo tubo que dá direito à placa térmica depois começou a condensar e ... foi precipitando.</i> (A1)
		A2 – Referência a três fenómenos envolvidos contendo alguma partícula de ligação Ex.: <i>Tinha uma lamparina debaixo ... gelo fundiu e ficou em estado líquido e depois evaporou e passou pelo tubo que foi parar a uma superfície fria e condensou para um copo.</i> (A5)
		A3 – Referência a dois fenómenos envolvidos contendo alguma partícula de ligação Ex.: <i>O vidro do Kitasato começou a ficar embaciado e com gotas de água. E no tubo começou a subir água e a começar a procurar uma superfície fria e começou a chover damos o nome de condensação</i> ³⁶ A16
		A4 – Referência a três fenómenos envolvidos sem partículas de ligação Ex.: <i>A água derreteu, ficou líquida, ficou em vapor e depois começou a chover.</i> (A17)
		A5 - Referência a um fenómeno envolvido contendo alguma partícula de ligação Ex.: <i>... pusemos o Kitasato com gelo e depois com a lamparina derreteu o gelo.</i> (A24)
		A6 – Referência a um fenómeno envolvido sem partículas de ligação Ex.: <i>O gelo derreteu.</i> (B2)

³⁶ O aluno confundiu o termo *condensação* com *precipitação*.

B - Temperatura	Referência à variação da temperatura lida nos termómetros	<p>B1 – É apresentada justificação para a subida e para a descida ou só para a subida de temperatura</p> <p>Ex.: <i>No Kitasato a temperatura subiu <u>porque</u> a lamparina está em baixo ... E no gobelé a temperatura baixou <u>porque</u> só tinha gelo...</i> A7</p>
		<p>B1 – Referência à temperatura dos termómetros</p> <p>Ex.: <i>O termómetro do Kitasato chegou até aos 100 graus e o termómetro B manteve-se com a mesma temperatura.</i> (A18)</p>

Os exemplos apresentados no Quadro 25 parecem evidenciar que na interpretação da simulação do ciclo da água os alunos revelaram alguma dificuldade em estabelecer relações de causa e efeito, parecendo haver alguma regressão. Isto justifica-se porque esta actividade é de maior complexidade e os alunos têm dificuldades em seguir vários passos consecutivos. Por outro lado, nesta actividade os alunos não descreveram o que observaram, como já foi referido por estarem a ler os termómetros e a fazer os respectivos registos das temperaturas lidas nos termómetros A e B, de três em três minutos. Este facto, talvez se tenha reflectido na interpretação feita por alguns alunos uma vez que houve uma percentagem significativa que descreveu o(s) fenómeno(s) em vez de o(s) interpretar. A não realização da descrição do observado pode ter levado alguns alunos a inclui-la na interpretação. Mas, conseguem compreender e identificar todos ou quase todos os fenómenos envolvidos, embora na linguagem utilizada, nem sempre sejam explícitas ou completamente perceptíveis, havendo alguns alunos que recorrem à justaposição das frases ex.: *O gelo ... começou a fundir e ... o vapor começou a evaporar-se para o tubinho e ... encontrou-se com o frio e começou a precipitação.* A2

Na Figura 18 pode observar-se que a maioria das interpretações apresentadas pelos alunos das duas turmas perceberam o(s) fenómeno(s) envolvido(s), uma vez que 80 % e 83 % da turma A e B respectivamente, foram incluídas na categoria A.

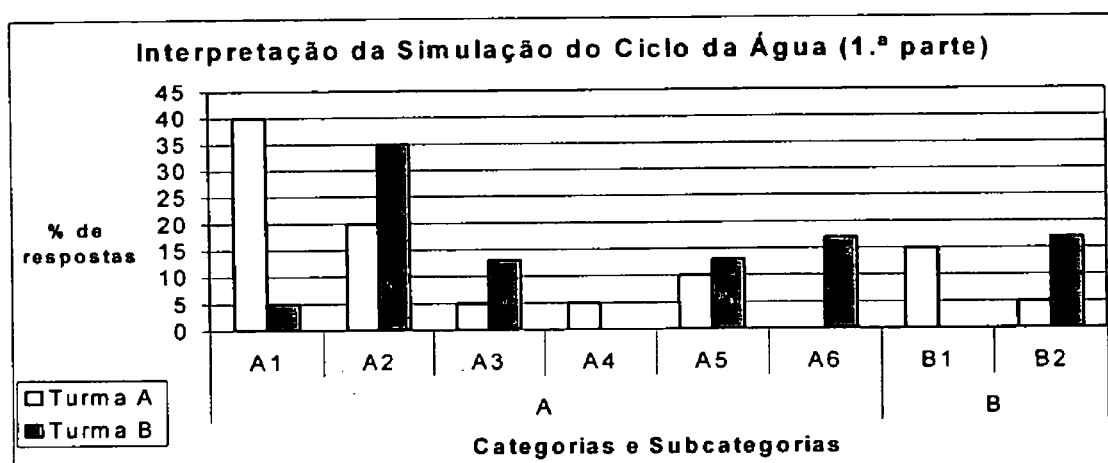


Figura 18. Distribuição da percentagem de respostas dos alunos das duas turmas por categoria e subcategoria relativamente à interpretação da simulação do Ciclo da Água – 1.ª parte ($nA = 20$ e $nB = 23$).

Pelas respostas dadas pelos alunos, pode dizer-se que parece ter havido aprendizagem de conteúdos uma vez que estes entenderam as mudanças de estado físico da água embora, devido à dificuldade da escrita, tenham utilizado uma linguagem pouco fluida, não muito explícita e até por vezes confusa.

2.3.5 – Simulação do Ciclo da Água – 2.ª parte

Na segunda parte da actividade de simulação do *ciclo da água* (Anexo 6); a água obtida por precipitação sofreu uma solidificação, (recorrendo ao abaixamento crioscópico provocado pela utilização de uma mistura de gelo e sal).

Os alunos tiveram uma certa dificuldade em referir o que era importante na interpretação da solidificação, ou seja, em distinguir o essencial do acessório. Este facto pode ter ocorrido porque a 2.ª parte da actividade da simulação do *ciclo da água* foi realizada no mesmo dia³⁷ que a 1.ª parte e, como havia vários fenómenos envolvidos e muita informação, pode ter confundido estes alunos na explicitação do que era realmente pedido. Por outro lado, a ocorrência de dois fenómenos simultaneamente (a fusão da mistura de gelo com sal, no *gobelé* e a solidificação da água vinda da precipitação, no tubo de ensaio) levou os alunos a optarem por referenciar o abaixamento crioscópico talvez por ser o mais inesperado.

³⁷ A actividade da solidificação (2.ª parte) foi realizada no mesmo dia do ciclo da água (1.ª parte), para que os alunos verificassem que a mesma água podia passar por diferentes estados.

As respostas foram categorizadas em categorias e subcategorias como se explicitam no Quadro 26.

Quadro 26 – Categorias e Subcategorias para a Interpretação Relativamente à Solidificação da Água Obtida da Precipitação (2.ª parte do *Ciclo da Água*)

CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA SUBCATEGORIA
A – Relações de causa e efeito	Interpretação dos resultados da experiência estabelecendo relação de causa e efeito de uma forma explícita ou implícita, completa ou incompleta.	<p>A1 – Completa</p> <p>Referência à mudança de estado (solidificação) como consequência da descida da temperatura devida ao contacto com a mistura do gelo e sal.</p> <p>Ex.: <i>O gobelé está numa temperatura mais baixa, porque o sal deixa congelar mais depressa ou seja a temperatura mais baixa. Formou-se a solidificação por causa do sal.</i> (A11)</p>
		<p>A2 – Incompleta</p> <p>É estabelecida uma relação de causa e efeito:</p> <p>- referência à mudança de estado (solidificação) como consequência da baixa temperatura</p> <p>Ex.: <i>Por causa do sal... fundiu e vimos a temperatura de cada recipiente e que água tinha evaporado. E ficou em solidificação.</i> (A22)</p>
B – Híbrida	<p>Contém uma parte descritiva e outra interpretativa</p> <p>Ex.: <i>... o termómetro que estava na água tinha 0 °C e no outro que tinha água e sal tinha -8 °C e a água tinha sido solidificada.</i> (A12)</p>	
C – Descrição	<p>Referência a um facto observado</p> <p>Ex.: <i>Aconteceu que a água que estava no tubo de ensaio solidificou.</i> (A15)</p>	
D – Não pertence às categorias anteriores	<p>Ex.: <i>A temperatura do termómetro subiu e o gelo começou a fundir. O calor da lamparina derreteu o gelo e provocou o embaciamento das paredes do Kitasato deu-se a evaporação. A água com o calor passou do estado líquido ao estado gasoso.</i> (A18)</p>	

Na Figura 19 mostra-se a distribuição pelas categorias e subcategorias de análise das interpretações para esta actividade.

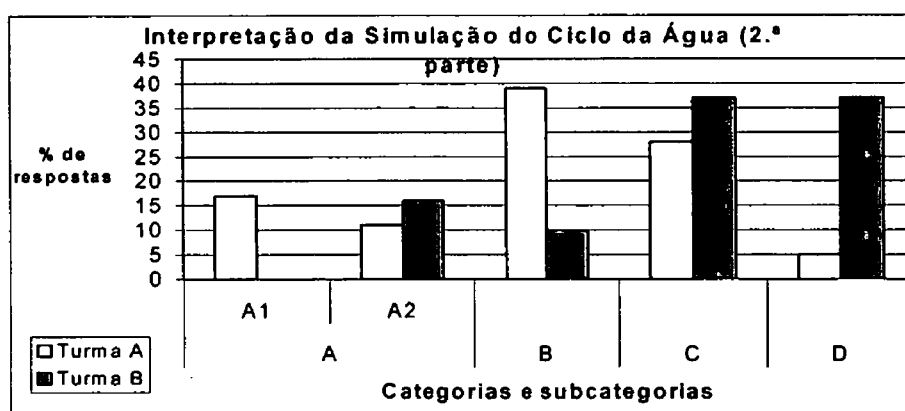


Figura 19. Distribuição da percentagem de respostas dos alunos das duas turmas por categoria e subcategoria relativamente às mudanças de estado – solidificação (Simulação do Ciclo da Água – 2.ª parte)

Na actividade de simulação do *ciclo da água* relativa à solidificação da água obtida da precipitação parece haver uma certa regressão no modo como os alunos fazem a interpretação do fenómeno, ou seja, tendem a descrevê-lo. Isto pode dever-se a três factores:

- o primeiro terá a ver com o facto de, nesta actividade, tal como na 1.ª parte, não ter sido pedido aos alunos que descrevessem o que observaram, em vez disso, foi-lhes solicitado que registassem a temperatura dos termómetros de três em três minutos para poderem posteriormente efectuar os gráficos (daí eles terem necessidade e, porque era hábito, de descreverem);
- o segundo será indicador de que quando estão envolvidos diversos fenómenos, os alunos tendem a focalizar-se num aspecto ou tendem a descrever um ou mais fenómenos, sem contudo estabelecerem relações entre eles;
- o terceiro parece significar que quando um fenómeno não é usualmente visionado, como é o caso da solidificação, os alunos tendem a descrever o que realmente vêem, até porque julga-se que para estes alunos, o abaixamento crioscópico foi o fenómeno mais inesperado desta simulação.

2.3.6 – Destilação

A interpretação do fenómeno da destilação teve por base a observação de fenómenos semelhantes aos verificados na simulação do ciclo da água. No início da simulação do ciclo

da água havia gelo picado enquanto que na destilação havia água corada com anilinas. Recorde-se que se pretendia separar os componentes, água e anilina.

Para as interpretações dadas pelos alunos foram criadas as categorias e subcategorias como pode ver no Quadro 27.

Quadro 27 – Categorias e Subcategorias para a Interpretação Relativa à Destilação

CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA SUBCATEGORIA
A – Relações de causa e efeito	Interpretação dos resultados da experiência estabelecendo relação de causa e efeito de uma forma explícita ou implícita.	A₁ – Completa Referência à separação das substâncias como consequência da ebulição Ex.: ... <u>quando</u> a água entrou em ebulição <u>deitou vapor</u> e esse vapor <u>foi para o gobelé</u> <u>e ficou água destilada</u> , e no Kitasato <u>ficou a anilina</u> . (A1)
		A₂ – Incompleta É estabelecida uma relação de causa e efeito: - referência explícita ou implícita à separação das substâncias como consequência de mudança de estado. Ex.: A água <u>entrou em ebulição</u> <u>e começou a evaporar-se</u> e <u>bateu no goblé</u> e <u>ficou em água</u> . (B2)
		A₃ – Incorrecta Estabelece uma relação de causa e efeito mas não é relativa aos fenómenos envolvidos Ex.: ...a anilina <u>passou pelo tubo de borracha</u> e <u>passou limpa</u> <u>porque o tubo não deixou entrar a (...) anilina</u> . (B8)
B – Descrição	Interpretação não diferenciada da descrição. Contém uma parte descritiva	B₁ – Referência aos produtos finais (água destilada e anilina) Ex.: <u>Conseguimos separar a água da anilina</u> , num dos copos <u>ficou com água destilada</u> e no outro <u>ficou anilina</u> . (A5)
		B₂ – Referência à separação das substâncias Ex.: <u>Conseguimos separar a água da anilina</u> e as anilinas <u>ficaram no Kitasato</u> e a água <u>no gobelé</u> . (B23)
		B₃ – Referência a uma ou duas mudanças de estado ocorridas durante a destilação Ex.: <u>Aconteceu que conseguimos fazer a ebulição</u> , a <u>evaporação</u> (B5)

Nesta actividade também se verifica que houve uma tentativa de interpretação ou justificação mas, muitas vezes, os alunos tendem a descrever o que observam. Esta actividade envolvia diversos fenómenos, talvez por isso, muitos dos alunos descreveram apenas um deles ou fixaram-se nos produtos obtidos em vez de explicar os fenómenos envolvidos (processos) e os resultados finais (produtos).

Um outro factor poderá ter a ver com a questão colocada no início da actividade. Turma A: *Como podemos limpar a água de substâncias que estão dissolvidas (sem perder a água)?*; Turma B: *Será que através da ebulição conseguimos limpar a água (sem a perder) de substâncias que estão dissolvidas?* Uma vez que as questões colocadas visavam obter um resultado final, alguns alunos poderão ter dado mais atenção aos produtos obtidos. Como se pode observar pelos exemplos de respostas apresentadas, de facto, os alunos tendem a responder à questão colocada no início da realização da actividade.

A percentagem de interpretações em cada uma das categorias e subcategorias constam na Figura 20.

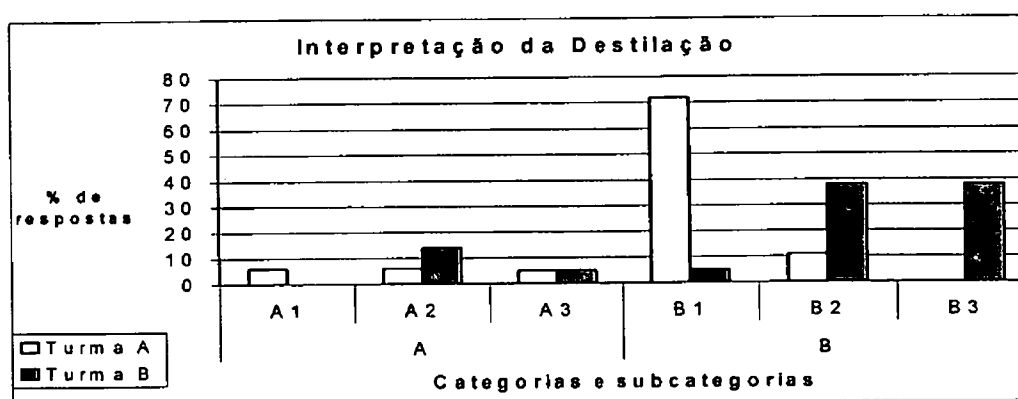


Figura 20. Distribuição da percentagem de respostas dos alunos das duas turmas por categoria e subcategoria relativas à destilação

É notória, a elevada percentagem referindo-se aos produtos finais (B1), principalmente na turma A. A elevada percentagem na categoria B poderá dever-se ao facto de terem faltado à actividade do ciclo da água seis alunos na turma A (A3, A5, A10, A16, A20 e A23) e três na turma B (B11, B15 e B7), pelo que, era a primeira vez que viam a sequência das mudanças de estado, o que terá constituído uma dificuldade acrescida face à complexidade da destilação, referindo apenas os produtos finais salienta-se o aluno (A16) como ex.: *o gobelé ficou com alguma água destilada. E no gobelé ficou anilina.*

Na presença de uma sucessão de fenómenos os alunos tendem a fixar-se num deles.

3. Instrumentos de avaliação para análise do desenvolvimento de competências (Avaliação intermédia e final)

3.1 – Avaliação intermédia

Este questionário (avaliação intermédia), como se referiu anteriormente em 3.3, era composto por quatro actividades (A, B, C e D) e pretendeu averiguar de que forma os alunos conseguiam: mobilizar saberes científicos (cger 1)³⁸ desenvolvidos durante o 3.º ano relacionados com as actividades experimentais da dilatação/ contracção, usar correctamente a Língua Portuguesa para comunicar de forma adequada e para estruturar pensamento próprio (cger 3) e ainda usar adequadamente linguagem científica para se expressar (cger 2).

A categorização das respostas é apresentada em quadro para cada situação (A, B, C, e D), onde figura, para cada turma as respostas dos alunos apresentadas por ordem de desempenho, de acordo com o que era previsto responderem.

No Quadro 28 está indicada a percentagem de alunos de cada turma que deu respostas do tipo dos exemplos apresentados.

Quadro 28 – Respostas dos Alunos das Turmas A e B, Relativamente à Situação A ($n_A = 19$ e $n_B = 19$)

Situação A		Turma A	Turma B
Um balão cheio de ar colocado numa bagageira de um carro. Passado um tempo, o balão estava enorme. O que aconteceu?			
Dilatação	Exemplo das respostas: <ul style="list-style-type: none">• O balão dilatou <u>porque</u> o ar ocupou mais volume.• <u>Com o calor</u>, ar dilatou e fez o balão dilatar.• Ficou maior <u>porque</u> estava quente/ calor.• O balão dilatou <u>com o calor</u>.	95 %	95 %
Aquecimento	<ul style="list-style-type: none">• O balão aqueceu com o sol.	5 %	0
Sem significado		0	5 %

Os resultados globais obtidos pelas duas turmas na avaliação da primeira fase do estudo evidenciam que na *Situação A* – as turmas apresentam respostas em que são aplicados os termos: *dilatação*; *ocupa mais espaço*...evidenciando uma aplicação do vocabulário usado

³⁸ cger – deve ler-se competência geral.

durante as actividades experimentais. Além do aluno que deu uma resposta descontextualizada, só houve um aluno que se referiu apenas ao aquecimento. Todos os outros estabeleceram uma relação causal entre o aquecimento e a dilatação, existindo um elevado número de alunos a aplicar a expressão: “o balão dilatou com o calor”.³⁹

As respostas dos alunos relativas à situação B.

Quadro 29 – Respostas dos Alunos das Turmas⁴⁰ A e B à Situação B ($nA = 19$ e $nB = 19$)

Situação B (Contém uma figura do pormenor da junção de dois carris de uma linha de comboio) As linhas do comboio têm intervalos entre os carris. Sabes dizer porquê?		Turma A	Turma B
Dilatação como consequência do aquecimento	<p>Exemplo das respostas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Com o frio os corpos sólidos contraem-se e a linha do comboio fica mais larga. Com o calor é a mesma coisa só que em vez de se contraírem, alargam.</i> • <i>No Verão os carris vão-se juntar porque com o calor vão dilatar.</i> • <i>Quando houver calor, para haver espaço para as linhas dilatarem.</i> • <i>Os carris são de metal e o metal dilata.</i> • <i>Com o comboio a passar muito rápido as linhas dilatam. Porque o comboio a passar faz muito calor</i> 	32 %	53 %
Aquecimento	<p>Exemplo das respostas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Porque no Verão as lâminas aquecem.</i> 	0	5 %
Não válidas	<p>Exemplo das respostas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>O calor faz com que elas se afastem.</i> • <i>Para não dilatar.</i> 	5 %	5 %
Sem significado		47 %	37 %
Não responderam		16 %	0

Como se pode observar no Quadro 29, existe um número considerável de alunos que responderam referindo-se à dilatação como consequência do aquecimento.

Contabilizando as respostas não válidas, as respostas descontextualizadas (sem significado)

³⁹ Este questionário foi também aplicado numa outra turma cujas respostas foram mais de senso comum e nenhum aluno referiu a dilatação.

⁴⁰ Estas questões foram também colocadas a uma terceira turma. As respostas desses alunos foram: 21 respostas descontextualizadas e 2 alunos não responderam.

as não respostas, os resultados parecem evidenciar que esta questão apresenta maior dificuldade relativamente à primeira, uma vez que existe uma percentagem elevada de respostas: não válidas, sem significado e não respostas. A razão poderá ter a ver com a situação que não lhes era familiar (nem tão pouco facilmente imaginável), mas também com a figura que não era esclarecedora o suficientemente para alunos desta idade. Daí que os resultados obtidos na situação B (dilatação sólidos) sejam bastantes inferiores aos da situação A (dilatação dos gases), bem como relativamente aos da situação C (dilatação dos líquidos) que se analisa de seguida.

Na questão relativa à dilatação dos líquidos (água corada), os resultados são bastante mais favoráveis. Assim, 92% dos alunos das duas turmas (grande parte estabelecendo relações de causa e efeito) responderam que o aumento do volume da água deveu-se ao facto de ter sido aquecida utilizando algumas expressões como se pode ver no Quadro 30.

Quadro 30 – Respostas dos Alunos das Turmas A e B, Relativas à Situação C ($nA = 19$ e $nB = 19$)

Situação C (Contém uma figura de um recipiente que antes tem água fria e depois de aquecido essa água ocupa mais espaço) O que aconteceu? Explica porquê?		Turma A	Turma B
Dilatação como consequência do aquecimento	<p>Exemplo das respostas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Passado um tempo a água subiu. <u>Porque</u>, ao aquecer a água começa a dilatar, <u>com o</u> calor a água começa a subir.</i> • <i><u>Com o</u> calor a água subiu. <u>Porque</u> o calor dilatou a água e a água subiu.</i> • <i><u>Quando</u> se aqueceu a água, subiu.</i> • <i><u>Porque</u> o líquido dilatou.</i> • <i>Passado algum tempo a água fria desceu. <u>Porque</u> se pusermos água quente, ocupa mais volume e se pusermos água fria ocupa menos volume.</i> 	79 %	95 %
Aquecimento	<p>Exemplo das respostas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>A água fria depois de se aquecer ficou quente. <u>Porque</u> quando se aquece a água fica muito quente.</i> • <i>A água estava fria e ficou quente.</i> 	10,5 %	0
Outras	<p>Exemplo das respostas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Passado algum tempo a água ficou morna. <u>Porque</u> misturámos água fria com quente.</i> • <i>O balão foi enchendo. <u>Porque</u> o balão subiu cada vez mais.</i> 	10,5 %	0
Sem significado		0	5 %

A última situação desta avaliação tratou-se de uma demonstração e pretendeu avaliar como os alunos explicavam um fenómeno observado (Quadro 31).

Quadro 31 – Respostas dos Alunos das Turmas A e B, Relativamente à Situação D ($nA = 19$ e $nB = 19$)

Situação D (Actividade de demonstração: Uma espiral suspensa por cima de uma vela acesa.) Explica o que observaste.		Turma A	Turma B
Relações de causa e efeito (mesmo contendo algum elemento descritivo)	<p>Exemplo das respostas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>A professora acendeu uma vela e pôs a espiral em cima da chama e a espiral começou a rodar <u>por causa</u> do calor que deitou.</i> • <i><u>Porque</u> o lume aqueceu o papel e o papel subiu.</i> • <i>O calor dilatou a espiral e a espiral começou a rodar.</i> • <i><u>Porque</u> o ar quente faz com que alguma coisa suba.</i> 	26 %	37 %
Justificação	<p>Exemplo das respostas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>O calor fez girar.</i> • <i>O ar quente empurrou.</i> 	26 %	31,5 %
Descrição	<p>Exemplo das respostas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Eu observei que a professora pegou na espiral e quando a aproximou, ela começou a rodar.</i> • <i>Observei que a folha rodou do maior para o menor e não rodou toda ao mesmo tempo.</i> • <i>A espiral rodou à volta da vela vermelha.</i> • <i>À medida que vejo subir, a fita vai rodando.</i> 	42 %	31,5 %
Sem significado		5 %	0

Os exemplos de respostas apresentadas no Quadro 31 parecem evidenciar que um número representativo de alunos já escreve frases completas utilizando, conjunções que marcam causalidade ou relação lógica usando, muitas vezes, o *porque*. Embora alguns alunos não tenham compreendido bem o fenómeno físico em causa.

A interpretação de fenómenos requer que o aluno se distancie do que aconteceu (observou) e explique o porquê do que aconteceu. Para além disso terá de diferenciar a linguagem utilizada na descrição (objectividade) e na interpretação (estabelecimento de relações de causa e efeito). Isso, nem sempre acontece, pois os resultados mostram que ainda há um elevado número de alunos (74 %) que descreve o fenómeno ou parte dele.

Feita esta avaliação intermédia os resultados obtidos nas situações relacionadas com o conceito de dilatação evidenciam que os alunos:

- Compreenderam que há variação de volume (dilatação/ contracção) dos corpos devido às variações de temperatura (aquecimento/ arrefecimento);
- Fizeram inferências relativamente ao conceito de dilatação/ contracção;
- Mobilizaram saberes científicos desenvolvidos durante a realização das actividades experimentais (cger 1), ou seja, transferiram competências;
- Conseguiram interpretar fenómenos observados estabelecendo relações causais ou lógicas embora alguns alunos continuem a relatar acontecimentos ao invés de os interpretar (cger 3);
- Usaram mais adequadamente linguagem (vocabulário) científica (cger 2).

Porém, quando as situações são mais complexas ou pouco conhecidas há algum retrocesso.

3. 2 – Avaliação Final

No final deste trabalho pretendeu-se avaliar competências desenvolvidas pelos alunos bem como averiguar se os alunos conseguiam transferir saberes para outras situações diferentes das vivenciadas durante a implementação das actividades experimentais. Numa perspectiva de mobilização de competências de literacia científica (mobilizar conhecimentos, de forma eficaz, em situações do quotidiano), literacia da Língua Portuguesa (leitura, compreensão e interpretação de texto informativo), literacia Matemática (elaboração e interpretação de gráficos).

Para tal, foi aplicado um inquérito por questionário a cada uma das turmas. Assim, com esta aplicação pretendeu-se avaliar se os alunos:

- Mobilizavam conhecimentos e organizavam informação – todos os itens;
- Seleccionavam informação (a partir de um texto informativo e de um quadro) – Itens 4, 7, 8 a), 9 b) e 10 a), 10 b), 10 c) e 10 d);
- Interpretavam gráficos – Itens 6 e 8 b), 8 c) e 8 d);
- Elaboravam gráficos – Item 8 a);
- Utilizavam a linguagem escrita na interpretação de situações – Itens 5, 6, 9 a) e 9 c).

No Anexo10 apresentam-se as percentagens da pontuação total obtida para as respostas dos alunos ($nA = 20$ e $nB = 25$), em cada um dos itens do questionário. Aqui referir-se-ão apenas os resultados obtidos nas duas turmas por tipos de competência de literacia científica de acordo com o Quadro 6.

As percentagens apresentadas na Figura 21 são relativas ao nível de desempenho global, obtidas a partir da média dos resultados por nível de desempenho (zero, níveis intermédios e máximo) para todos os itens.

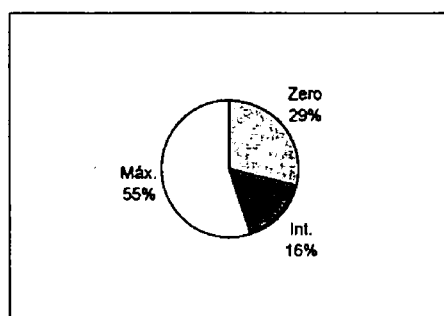


Figura 21. Distribuição da percentagem global de todos os itens das duas turmas por níveis de desempenho

Na Figura 21 observa-se que globalmente, o desempenho dos alunos foi bastante positivo, tendo obtido 55% no nível máximo das cotações.

Pode ainda acrescentar-se que mais de 81% dos alunos obteve a cotação máxima nos Itens 3, 10a) e 9b). Destes, dois itens [3 e 9b)] são relativos à competência de raciocínio e o Item 10a) é de conhecimento processual. Os alunos não revelaram dificuldades em mobilizar conhecimentos nem em organizar a informação.

De 61 a 80% dos alunos obteve a cotação máxima nos Itens 1, 8b), 8c), 10b) e 10c). Destes, três itens [8b), 8c) e 10b)] são relativos ao conhecimento processual, o Item 1 é relativo ao conhecimento substantivo e o Item 10c) é relativo ao raciocínio.

Há seis Itens 2, 5, 7, 8a), 9c) e 9d), em que a cotação máxima foi obtida por uma percentagem de alunos entre 41 a 60%, sendo três itens [7, 9c) e 9d)] de raciocínio, dois de conhecimento processual [2 e 8a)] e o Item 5 é de comunicação.

Entre 20 e 40% dos alunos obteve a cotação máxima nos Itens 4, 8d), 9a) e 10d). Dois destes itens [4 e 9a)] são relativos à competência de conhecimento substantivo, o Item 8d) é de conhecimento processual e o Item 10d) é de raciocínio.

Menos de 20% dos alunos obteve cotação máxima no Item 6, sendo este um item que avaliava predominantemente a comunicação, esta percentagem evidencia que os alunos ainda revelam dificuldades em comunicar por escrito o seu pensamento.

As percentagens apresentadas nas Figuras 19 a 22 são relativas ao total de itens que avaliam cada tipo de competência de literacia científica por nível de desempenho (zero, níveis intermédios e máximo).

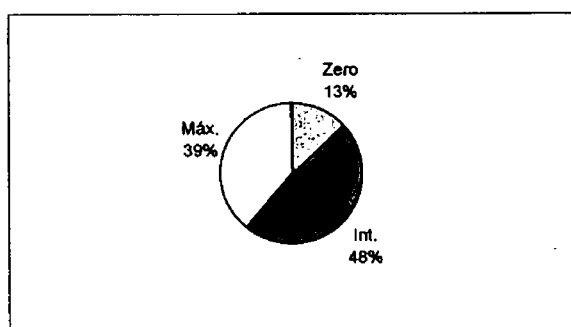


Figura 22. Distribuição da percentagem dos itens relativos ao conhecimento substantivo

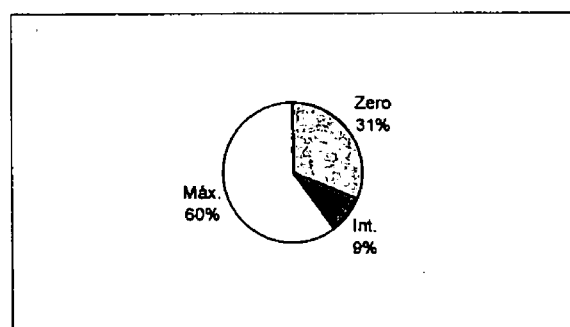


Figura 23. Distribuição da percentagem dos itens relativos ao conhecimento processual

Relativamente ao **conhecimento substantivo** (Figura 22) as percentagens obtidas traduzem alguma fragilidade no desempenho dos alunos, uma vez que a maior percentagem situa-se no nível intermédio. Dos itens [1, 4 e 9a)], que avaliavam predominantemente esta competência, dois [9a) e 4] obtiveram uma percentagem bastante elevada no nível intermédio tendo cotação máxima de 4 e 3 respectivamente, o que justifica, em certa medida, haver uma percentagem tão elevada nos níveis intermédios. O Item 9a) envolvia conhecimentos de Estudo do Meio, de expressão e comunicação, uma vez que os alunos teriam de explicar uma das experiências por eles realizadas no início do 4.º ano⁴¹. Apesar de se tratar de uma questão com alguma complexidade e que havia sido realizada há algum tempo, alguns alunos conseguiram responder de forma bastante completa ex.: «*Porque o prato é mais aberto e a água tem mais facilidade de se evaporar para a atmosfera.*» A1; O Item 4 apelava ao conhecimento e compreensão de fenómenos e conceitos, relacionando o termo com a sua definição. A cotação

⁴¹ Esta actividade revelou-se bastante frutífera nas várias áreas do conhecimento. Fizeram registos de dois em dois dias em que observavam qual dos três recipientes (garrafa, copo ou prato) deixava evaporar mais rapidamente a água. Para medirem os 100 ml necessários para cada recipiente, cada grupo tinha artefactos diferentes, um grupo tinha uma proveta graduada de 200 em 200 ml, outro tinha uma proveta com outra capacidade; outro grupo tinha uma seringa cuja capacidade eram 20 ml, outro grupo tinha um copo medidor graduado de 50 ml em 50 ml.

foi atribuída de acordo com o número de frases associadas correctamente ao conceito ou fenómeno.

A competência de **conhecimento processual** era avaliada predominantemente pelos Itens 2, 8a), 8b), 8c), 8d), 9b) e 10b). Os resultados mostram que 60% tem cotação máxima mas também existe uma percentagem significativa de alunos que obteve zero como se pode ver na Figura 23.

Os Itens 2 e 8d) foram aqueles em que os alunos obtiveram uma percentagem elevada de cotação zero. No Item 2⁴² pretendeu-se que os alunos identificassem numa dada situação, quais as variáveis envolvidas e por isso o que variava e o que se controlava. O controlo de variáveis é um processo científico de difícil domínio, por parte dos alunos do 1.º ciclo. Durante o estudo foram propostas e realizadas actividades experimentais com controlo de variáveis. Porém, a abordagem do que efectivamente estava em jogo, por parte das professoras das turmas, nem sempre foi suficientemente explícita. Daí, provavelmente, a maior dificuldade que estes alunos têm em relacionar a questão com o que haviam feito anteriormente e em fazerem inferências. No Item 8 d), 60% dos alunos teve cotação zero. Esta elevada percentagem revela que os alunos tiveram dificuldade na compreensão da própria questão. Era difícil contabilizar os dias em que a temperatura esteve entre 18 °C e os 24 °C. Na turma A⁴³, a dificuldade foi acrescida porque, por coincidência, havia alguns dias em que a maioria das temperaturas se encontrava dentro deste intervalo, começando precisamente nos 18 °C e terminando nos 24 °C, o que dificultou ainda mais. Esta questão deveria ter sido colocada utilizando outro intervalo de temperaturas.

O Item 8 a), com seis níveis possíveis de cotação, valorizando as competências demonstradas pelos alunos, pode constatar-se que 42% dos alunos obtiveram a cotação 5, cotação máxima (Anexo 10), pois conseguiram ler a tabela de valores das temperaturas, elaborar correctamente o gráfico revelando ter compreendido perfeitamente a elaboração de gráficos de pontos sendo admitido omitir o registo de uma temperatura, ter registado uma temperatura a mais ou ter errado apenas um registo. Com cotação 4 encontram-se 18% das respostas, tendo estes alunos,

⁴² Ver Anexo 8.

⁴³ Isto só aconteceu na turma A porque os registos são diferentes. Trata-se dos registos efectuados por cada uma das turmas na sua sala durante o mês de Novembro.

tal como os anteriores revelado compreender e saber elaborar gráficos, tendo eventualmente algum erro de percurso⁴⁴.

As percentagens apresentadas nas Figuras 24 e 25 são relativas ao total de itens que avaliam as competências de raciocínio e comunicação, respectivamente, por nível de desempenho (zero, níveis intermédios e máximo). As Figuras parecem evidenciar algum sucesso no raciocínio e algum insucesso na competência de comunicação.

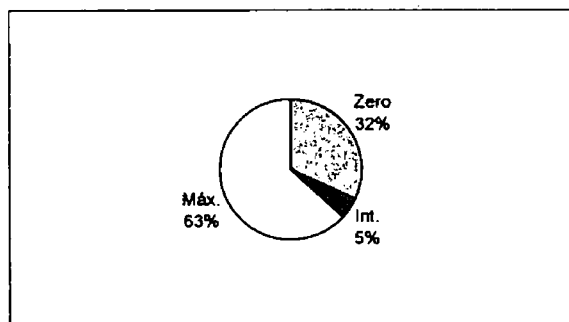


Figura 24. Distribuição da percentagem dos itens relativos ao raciocínio

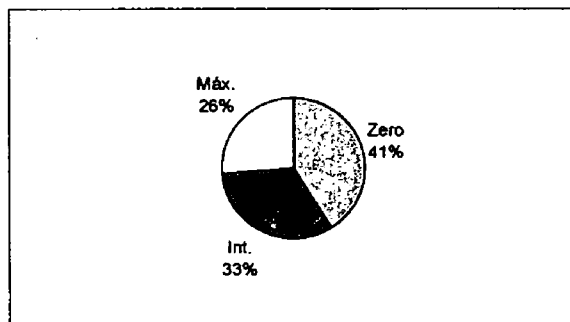


Figura 25. Distribuição da percentagem dos itens relativos à comunicação

A competência de **raciocínio** é avaliada pelos Itens 3, 7, 9c), 9d), 10a), 10c) e 10d) e poder-se-á considerar resultados bastante positivos à excepção do Item 10d) que obteve a cotação zero para de 64% de respostas. Esta questão requeria raciocínio e atenção na procura de informação numa tabela de valores. Além disso, os alunos tinham de saber mobilizar conhecimentos (se esteve mais frio às 16 horas que às 12h, então a temperatura terá que ser inferior). A maioria dos alunos apenas identificou a temperatura quando esta desceu dos 13 °C para os 9 °C, esquecendo-se de assinalar também quando a variação foi de 17 °C para 16 °C (menos evidente).

A competência de **comunicação** é avaliada, principalmente, através dos Itens 5 e 6. Pode afirmar-se que os alunos tiveram alguma dificuldade. No Item 5 os alunos têm de aplicar conhecimentos anteriores relativos à explicação do processo de separação de substâncias dissolvidas em água. Para além disso, é necessário elaborar uma resposta escrita, o que constitui uma dificuldade acrescida para alguns dos alunos.

⁴⁴ Como consta nos Critérios de Classificação (Anexo 9), consideraram-se **erros de percurso** quando:

- o aluno registou mal uma temperatura assinalando-a num ponto a cima ou num ponto abaixo, isto é + 2 °C ou - 2 °C;
- ou registou a temperatura no dia anterior ou no dia seguinte;
- ou o aluno ignorou uma temperatura;
- ou ignorou um dia (em qualquer dos casos, desde que não seja revelador da sua incapacidade de elaborar o gráfico).

O Item 6 requer que os alunos saibam interpretar dados e que explicitem correctamente a variação da temperatura ao longo do tempo em que decorre a experiência ou seja que os alunos saibam mobilizar conhecimentos (sobre o ciclo da água). Por se tratar de um item de elevada complexidade sendo necessário interpretar um gráfico, aplicar conhecimentos e também utilizar a comunicação escrita, os alunos revelaram mais dificuldades. Porém, alguns alunos responderam correctamente, exemplos: «*Primeiro começou nos 0 graus Celsius até aos 6 minutos, em seguida subiu até aos 100° e fixou-se lá.*» A11 e «*A temperatura nos primeiros 6 minutos foi de 0° C, depois foi subindo até aos 100°C e depois deixou-se ficar nos 100° C.*» B11.

Globalmente, estes resultados parecem mostrar que para as competências de conhecimento *processual* e de *raciocínio* estes alunos apresentam um bom nível de desempenho. No que diz respeito à competência de *conhecimento substantivo*, os alunos apresentam um nível de desempenho inferior, uma vez que só 39% dos alunos atinge o nível máximo e na competência de *comunicação* os resultados são ainda mais fracos em que apenas 26% dos alunos chega ao nível máximo de desempenho.

Pretendeu-se valorizar os processos de pensamento e não apenas os conhecimentos, uma vez que o item que tinha uma cotação máxima de 5 era aquele que envolvia processos mais complexos.

Os itens que tiveram menor sucesso evidenciam que os alunos têm mais dificuldades quando têm de utilizar a competência de comunicação escrita e quando têm de fazer inferências.

A avaliação faz parte do processo de ensino e aprendizagem, embora não fosse com o objectivo de avaliar quantitativamente os alunos, mas sim observar a evolução das suas competências, transformaram-se os resultados obtidos em percentagens para se tornar mais facilmente observável o nível obtido pelos alunos em cada turma. Agruparam-se as percentagens obtidas em cinco intervalos, como se pode ver na Figura 26: seis alunos, nas duas turmas, obtiveram no questionário final, uma percentagem entre 81 e 100 %; vinte alunos obtiveram uma percentagem entre 61 e 80 % e apenas onze alunos tiveram uma percentagem entre 21 e 40%, traduzindo-se numa avaliação francamente positiva.

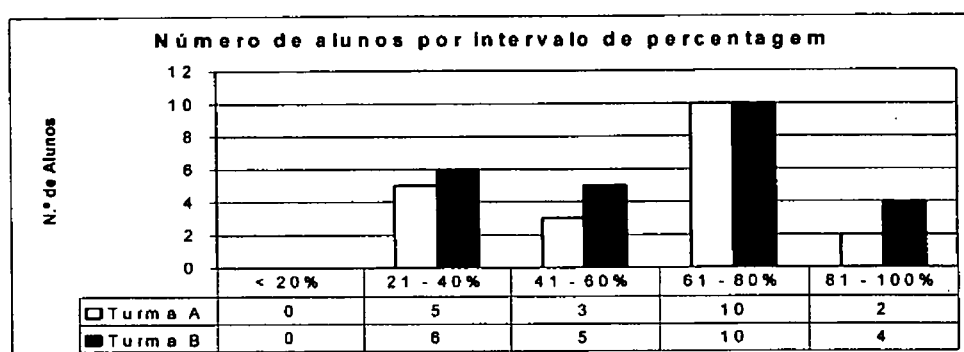


Figura 26. Distribuição do número de alunos das duas turmas por intervalos de percentagem relativos ao questionário final.

Considerando a percentagem de pontuação total obtida por cada aluno, de cada uma das turmas verificou-se que os resultados obtidos se podem considerar elevados, uma vez que 75% dos alunos da turma A e 64% dos alunos da turma B obtiveram uma percentagem igual ou superior a 50%, como se pode extrair das Figuras 27 e 28.

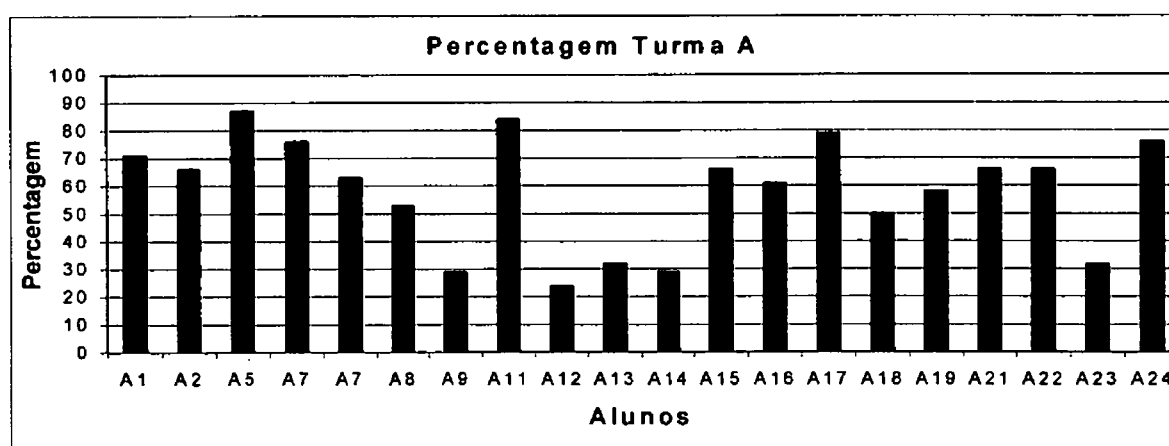


Figura 27. Percentagem do total de pontuação obtida pela turma A, relativa ao questionário final

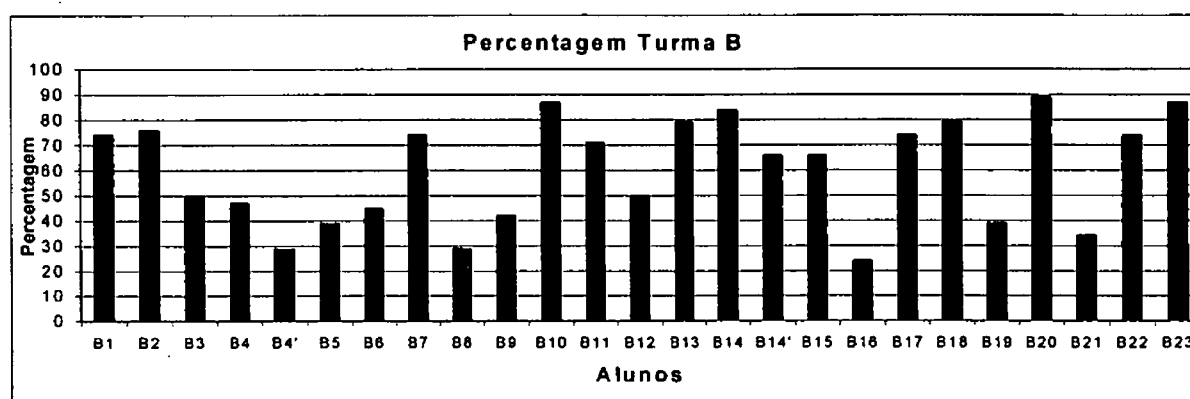


Figura 28. Percentagem do total de pontuação obtida pela turma B, relativa ao questionário final

3.3 – Tarefas de Shayer no final do estudo

No final do estudo a Tarefa 1 de Shayer foi novamente aplicada aos alunos das duas turmas para, de alguma forma, se poder comparar com o nível de raciocínio científico verificado no início do estudo (Março de 2001). Em Janeiro de 2002, os resultados globais evoluíram de uma forma positiva, como se pode ver na Figura 29.

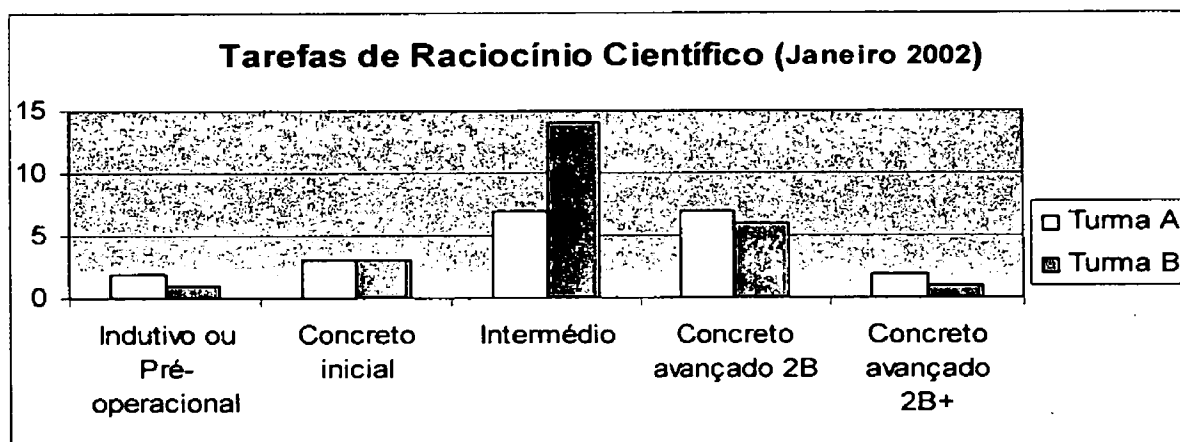


Figura 29. Número de alunos, de cada uma das turmas, relativamente aos níveis Piagetianos em Janeiro de 2002.

Para uma análise mais pormenorizada elaboraram-se as representações gráficas traduzidas nas Figuras 30 e 31 onde se podem percepcionar os resultados obtidos em Março de 2001 e em Janeiro de 2002 em cada uma das turmas e por cada aluno.⁴⁵

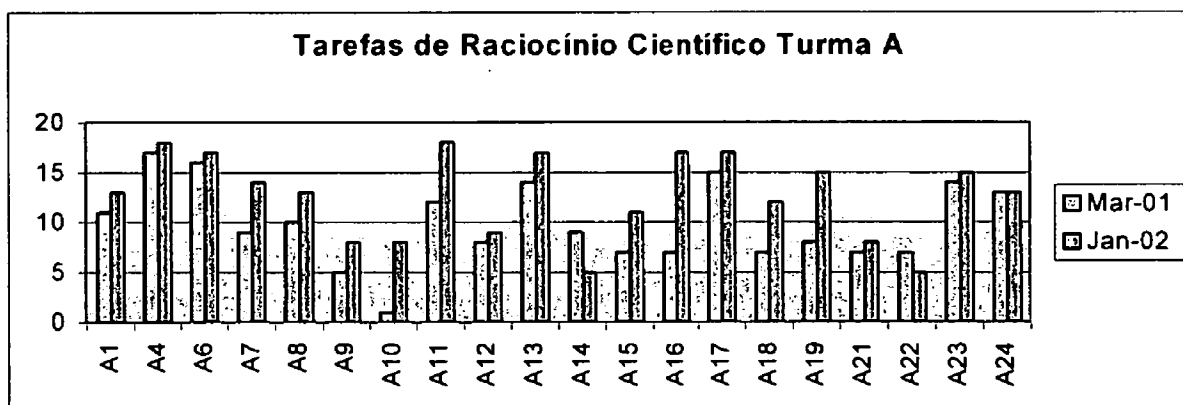


Figura 30. Pontuação inicial e final obtida por cada um dos alunos da turma A.

Na turma A, os alunos: A7, A10, A11, A16 e A19 obtiveram uma melhoria bastante significativa a nível do seu raciocínio científico, segundo esta Tarefa 1. É de referir também

⁴⁵ Constam apenas os alunos que fizeram a Tarefa 1 nos dois momentos desta avaliação. Ou seja, não constam os alunos que vieram integrar a turma de novo, os que foram transferidos, bem como os alunos que faltaram e não puderam elaborar a tarefa 1, em Janeiro.

que no caso dos alunos A4, A6 e A17 embora não tivessem sido referenciados como alunos que melhoraram os seus resultados, é de salientar que não poderiam ter uma «subida» muito acentuada, uma vez que estes alunos já se encontravam quase no topo da tabela. Poder-se-á dizer que grande parte dos alunos melhoraram os seus resultados, exceptuando-se os casos dos alunos A14 e A22 que decresceram de nível. Acontece, por vezes, existirem determinadas descontinuidades na aprendizagem que têm que ser levadas em linha de conta.

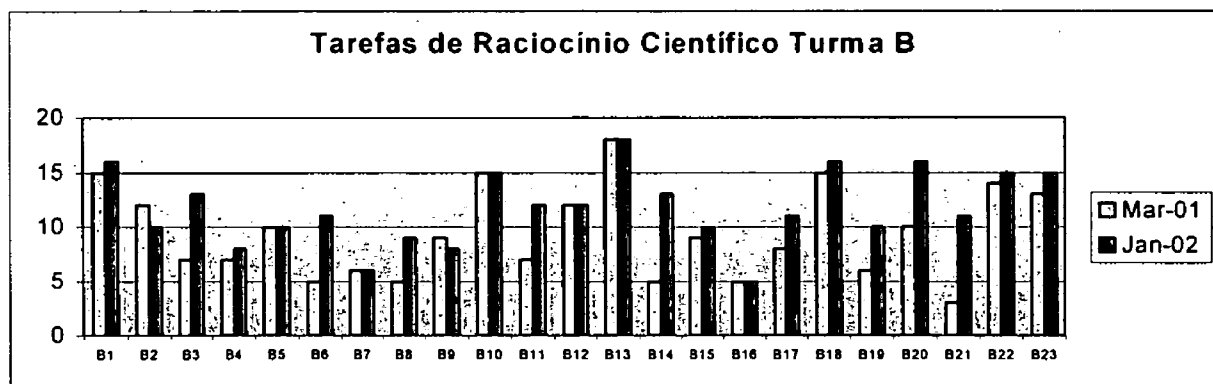


Figura 31. Pontuação inicial e final obtida por cada um dos alunos da turma B.

No que diz respeito aos resultados obtidos na turma B, globalmente evoluíram de uma forma favorável, houve sete alunos com um melhoria substancial: B3, B6, B11, B14, B19, B20 e B21. É também de salientar que no caso dos alunos B1, B10, B13, B18 e B22, tal como sucedeu na turma A, não foram referenciados como alunos que melhoraram os seus resultados, porque estes já se encontravam quase no topo da tabela. E, tal como na turma A, também houve o caso de dois alunos: B2 e B9 que decresceram um pouco o seu nível de raciocínio científico, para esta Tarefa 1.

A nível global as duas turmas evoluíram favoravelmente dos níveis mais inferiores (*Indutivo ou Pré-operacional*) para os níveis posteriores (*Intermédio e Concreto Avançado*), tendo sido dado um salto qualitativo uma vez que o número de alunos existente nos níveis *Indutivo ou Pré-operacional* e *Concreto inicial* reduziu substancialmente, como se pode ver nas Figuras 30 e 31.

Tarefas de Shayer e questionário final

Comparando resultados obtidos nas Tarefas de Shayer (aplicadas no início do estudo) com os resultados obtidos no questionário final em termos de resultados, poder-se-ão verificar algumas situações de sucesso. Atendendo à situação inicial e final pode verificar-se que

alguns dos alunos que se encontravam num nível intermédio (A1, A2, A7, A24, B15) e até os alunos que estavam no nível concreto inicial (A15, A16, A21, A22, B7, B11, B17) obtiveram no questionário final uma percentagem entre 61 e 80%. Outros casos a assinalar foram os alunos (A5, A11) que se encontravam num nível intermédio nas tarefas de Shayer e nos questionários de avaliação obtiveram uma percentagem superior a 81%. O aluno B6 estava inicialmente no nível indutivo ou pré-operacional e obteve uma percentagem de 45% no questionário final. Mas, o caso mais relevante foi o aluno B14 que também estava no nível indutivo ou pré-operacional e obteve uma percentagem de 84% no questionário final. Embora não se pretenda comparar dois instrumentos diferentes, uma vez que as tarefas de Shayer avaliam o raciocínio científico e o questionário final abrange a avaliação de diversas competências (incluindo o raciocínio), pode-se, no entanto, tirar daqui algumas ilações.

Estes resultados parecem revelar alguma evolução nos alunos, muito embora não se possa atribuir como resultante apenas das experiências de aprendizagem de ciências, mas acredita-se que estas tivessem, de alguma forma, contribuído para uma evolução por parte destes alunos.

V – Discussão dos Resultados

1. Contributo do ensino das Ciências para o desenvolvimento de competências

Numa perspectiva construtivista pretendeu-se proporcionar aos alunos experiências de aprendizagem *activas, significativas, diversificadas, integradas e socializadoras*. *Activas* porque os alunos tiveram oportunidade de vivenciar situações estimulantes de trabalho onde se incluem as actividades manipulativas descobrindo e conhecendo melhor o mundo que os rodeia na tentativa de ultrapassar as suas concepções alternativas relativamente a alguns conceitos. *Significativas* porque procuraram dar resposta a algumas das questões colocadas pelos próprios alunos. *Diversificadas* porque os conteúdos/ conceitos abordados foram desenvolvidos variando não só os materiais, como os processos utilizados permitindo ainda diversificar as formas de comunicação e de troca de conhecimentos adquiridos. *Integradas* porque procuraram integrar os conhecimentos novos nas experiências e saberes anteriormente adquiridos. *Socializadoras* porque pretenderam contribuir para uma cultura científica a que todos os cidadãos têm direito permitindo desenvolver o espírito de partilha e entajuda num projecto comum.

Nesta perspectiva abordaremos em que medida a realização das actividades experimentais seguindo a metodologia apresentada contribuiu para o desenvolvimento de competências gerais e competências de literacia científica (Estudo do Meio), Língua Portuguesa e Matemática.

1.1 – Desenvolvimento de competências gerais

A realização das actividades experimentais terá contribuído para desenvolver competências gerais e competências específicas de Estudo do Meio.

Assim, as competências gerais do Currículo Nacional que foram operacionalizadas na área de Estudo do Meio de acordo com as experiências de aprendizagem que foram proporcionadas aos alunos estão explícitas na Quadro 32.

Quadro 32 – Relação entre as Competências Gerais e as Competências Específicas de Estudo do Meio Expressas no Currículo Nacional, que se Pretendeu que os Alunos Desenvolvessem

<i>Competências Específicas Estudo do Meio</i>		<i>Competências Gerais</i>					
		<i>cger 1</i>	<i>cger 2</i>	<i>cger 3</i>	<i>cger 6</i>	<i>cger 8</i>	<i>cger 9</i>
<i>A localização no espaço e no tempo</i>	Reconhecimento e utilização no quotidiano de unidades de referência temporal.	X		X	X		
<i>O conhecimento do ambiente natural e social</i>	Reconhecimento da existência de semelhanças e diferenças entre solos e da necessidade da sua classificação.	X		X		X	X
	Reconhecimento da importância da ciência na observação de fenómenos	X	X	X	X		
	Explicação de alguns fenómenos com base nas propriedades dos materiais.	X		X		X	X
<i>O dinamismo das inter-relações entre o natural e o social</i>	Realização de actividades experimentais simples para identificação de algumas propriedades dos materiais, relacionando-os com as suas aplicações.	X		X	X	X	X
	Realização de registos e medições simples utilizando instrumentos e unidades adequados.	X	X	X	X	X	X

Considera-se que todas as experiências de aprendizagem proporcionadas concorreram para o desenvolvimento da competência geral (1) **Mobilizar saberes culturais, científicos e tecnológicos para compreender a realidade e para abordar situações e problemas do quotidiano.**

A mobilização de conhecimentos científicos foi notória nas *previsões* efectuadas pelos alunos relativamente a situações envolvendo conceitos anteriormente abordados como mostraram os resultados da *previsão* para as situações de dilatação de corpos bem como na simulação do ciclo da água e na destilação. Os registos dos alunos mostram que estes tendiam a efectuar previsões mais próximas das científicas à medida que iam adquirindo os conceitos.

No questionário efectuado no final do 3.º ano (*avaliação intermédia*) os alunos tinham que mobilizar conhecimentos em situações práticas do dia-a-dia. Como foi referido, os resultados foram bastante positivos nas três primeiras situações, tendo sido menos satisfatório para a interpretação de uma situação de demonstração. Embora os alunos tivessem compreendido, alguns descreveram em vez de interpretar.

Após a realização da evaporação até à secura da mistura de água com sal, as professoras questionaram os alunos se seria possível separar os componentes sem perder a água. Alguns alunos recordando-se do ciclo da água planearam a experiência com todos os pormenores, como já se apresentou anteriormente.

Na *entrevista* final, a professora Carolina (E4) também referiu que os alunos conseguiam mobilizar conhecimentos e prever os resultados com base em observações efectuadas anteriormente:

de umas experiências eles conseguiram obter os resultados das próximas. Em relação aquela das tinas de água, da evaporação, eles lembravam-se perfeitamente...Eles anteciparam ... Eles automaticamente perceberam que também naquela só estava a evaporar-se a água (E4 p. 1).

Eles não se esquecem que fizeram aquelas experiências, do que observaram. Inclusivamente lembram-se do próprio vídeo, das estações de tratamento. Um aluno disse-me: "Nas férias de Natal passei num sítio onde tinha uma ETAR", E eles sabem que é de tratamento. Disseram: "Ai professora, cheirava tão mal!" Eles vão referindo, volta e meia... aquilo que observaram nas experiências. Acho que foram muito, muito, muito importantes ou muito positivas. Muito significativas (E4 p. 12).

A professora Anabela também referiu na *entrevista* final (E5) que os alunos mobilizavam conhecimentos científicos quando referiu que os alunos:

conseguiram compreender melhor o mundo que os rodeia, e não olhar para as coisas simplesmente como uma visão naturalista. Eles questionam, e isso é muito importante, eles questionam-se porque é que isto acontece assim, "Ah! Eu lembro-me daquela experiência que fizemos...", e então vão fazendo associações. E isso é muito importante ...não só para as aprendizagens como para um conhecimento geral até da própria vida, e tal como se questionam nas experiências, questionam-se noutros aspectos, noutras matérias, noutras áreas curriculares. Eles gostaram imenso e falaram das experiências aos pais, portanto isso é muito significativo (E5, p.3).

Foram várias as actividades experimentais que contribuíram para desenvolver a competência geral (2) **Usar adequadamente línguas de diferentes áreas do saber cultural, científico e tecnológico para se expressar.** Principalmente nas actividades de evaporação e na simulação do ciclo da água, em que os alunos utilizaram uma linguagem científica e uma linguagem matemática incluindo a utilização de unidades de medida para efectuar medições e estimativas bem como para elaborar e interpretar gráficos.

Conforme os dados apresentados no questionário de *avaliação final*, a título de exemplo, no item 8 a), que mobilizava mais competências e que por isso tinha mais níveis de cotação, 42% dos alunos obtiveram a cotação máxima, ou seja, conseguiram ler a tabela de valores das temperaturas e elaborar o gráfico; 44% dos alunos obtiveram uma cotação intermédia e apenas 14% obteve uma cotação inferior a dois. Isto significa que a maioria dos alunos mobilizaram saberes, usaram uma linguagem científica e matemática. Nas *entrevistas* efectuadas no final do ano, as professoras referiram: «*ao nível das aprendizagens, foi muito benéfico. Foi benéfico para eles, porque conseguiram aumentar o vocabulário científico, aplicá-lo devidamente*» (E5, p. 3).

A competência geral (3) **Usar correctamente a língua portuguesa para comunicar de forma adequada e para estruturar pensamento próprio**; foi desenvolvida através de todas as experiências de aprendizagem proporcionadas aos alunos.

Durante a realização das actividades experimentais, os alunos iam fazendo o registo da actividade. Este registo constituía o relatório da actividade experimental e pretendeu averiguar o que os alunos pensavam, as suas expectativas, as suas previsões, como descreviam o que observavam e explicavam o que tinha ocorrido. Este registo escrito tornou-se muito importante e permitiu constatar que à medida que se avançava no tempo, de actividade para actividade, os alunos tendiam a efectuar melhores *previsões* e melhores *descrições do que observavam*. Como se pode verificar pelos resultados obtidos, os alunos utilizavam um vocabulário mais científico e progressivamente mais rigoroso e mais consistente.

Os registos escritos mostraram que os alunos conseguiram sequenciar acontecimentos no tempo, embora alguns alunos, quando a descrição envolvia vários fenómenos, se fixassem num deles podendo ser o primeiro, o último ou aquele que fosse visivelmente mais atractivo, mais fácil de visualizar. Na *interpretação* dos fenómenos, os resultados dos registos escritos foram um pouco diferentes dos referidos para a previsão e observação. Assim, alguns alunos revelaram dificuldades em distinguir descrição de interpretação. No entanto, como se pode verificar, os alunos conseguem, progressivamente, explícita ou implicitamente estabelecer relações de causa e efeito começando a utilizar partículas de ligação.

Na entrevista final, a professora Anabela salientou a importância das actividades experimentais na estruturação do pensamento:

À medida que eles escrevem, eles estão a estruturar o próprio pensamento, o próprio raciocínio e uma sequência das coisas. E ao mesmo tempo que estão a escrever, não só estão a escrever aquilo que compreenderam mas, ao mesmo ... a interiorizar ... a assimilar aquilo que fizeram, a sistematizar aquilo que compreenderam, e isso ajuda muito a estruturar o pensamento. Dá-lhes muito equilíbrio ... (E5, p. 5).

A professora Carolina também salientou a importância dos registos escritos aquando da realização das actividades para que mais tarde os alunos possam evocar esses conhecimentos:

eles sabem e lembram-se perfeitamente do que é que viram... Mesmo quando estávamos a fazer registo, o que observei, ... eles todos, praticamente todos, lembravam-se do que tinham escrito ...e eles iam respondendo mesmo os mais caladinhos ...tinha evaporado a água num e noutro, e eles chegavam lá (E4, p. 7).

Poder-se-á dizer que as actividades realizadas contribuíram para o desenvolvimento da competência geral (6) **Pesquisar, seleccionar e organizar informação para a transformar em conhecimento mobilizável.**

Verificou-se através do questionário de avaliação final, no Item 8 a), referenciado anteriormente, que grande parte dos alunos não teve dificuldades em analisar os dados de uma tabela de valores, seleccioná-los e organizá-los construindo um gráfico de pontos. Constatou-se ainda que no Item 9 b), 89% das respostas tiveram a cotação máxima, significando que a grande maioria dos alunos seleccionaram e interpretaram informação (pictograma) transformando-a correctamente em cada uma das situações.

Nas entrevistas as professoras referiram a importância das actividades para despertar interesse dos alunos pela pesquisa de informação, tendo a professora Anabela referido:

as actividades experimentais foram fundamentais, pois ajudaram à recolha de dados e tratamento dos mesmos.

Mostravam-se interessados e traziam materiais de casa e alguns artigos de revistas relativos ao ambiente e às Ciências em geral. Até chegaste a ver a A18 a trazer coisas. Pesquisavam, e se já sabiam que nós íamos trabalhar um determinado tema, traziam algumas informações (E5, p. 17).

A professora Carolina disse que os alunos efectuaram pesquisas autónomas.

... em relação às experiências em si, eu não lhes pedi nada, eles é que decidiram e pesquisaram: os orvalhos e as neves e eles próprios (...) trouxeram pesquisas que tinham feito da diferença da neve para o gelo. ... E eles: "Não, não é verdade, porque o gelo nós andamos em cima e é rijo, mas a neve não". Lá está, pesquisas que eles já traziam (E4, p. 9).

As competências gerais (8) **Realizar actividades de forma autónoma, responsável e criativa** e (9) **Cooperar com os outros em tarefas e projectos comuns** foram desenvolvidas ao longo de todas as actividades experimentais uma vez que, a grande maioria dessas actividades foi realizada em grupo⁴⁶. A colaboração que se foi estabelecendo no grupo, foi referida pela professora Anabela na entrevista final:

não fazia tão frequentemente trabalhos de grupo, ... tentámos formar grupos onde não estivessem só as crianças mais mal comportadas, até mesmo para se ajudarem uns aos outros e aprenderem a conviver (E5, p. 6).

Eles não só cooperam uns com os outros através dos trabalhos de grupo como também, dentro do grupo eles têm a sua tarefa e conseguem ser autónomos, ao ponto de não estar sempre a perguntar... Eles estão num grupo, são membros do grupo, mas quando têm a sua actividade para fazer autonomamente também a realizam, não estão sempre a precisar do apoio dos outros. Até mesmo as crianças que têm mais dificuldades, já desenvolveram muito mais a sua autonomia e nisto os trabalhos que fizemos contribuíram bastante (E5, p. 18).

Assim, as actividades permitiram também desenvolver competências da área curricular não disciplinar de formação cívica, uma vez que os valores e espírito de solidariedade também estiveram patentes no trabalho de grupo.

1. 2 – Desenvolvimento de competências específicas de literacia científica

Além das competências gerais, as competências trabalhadas em Estudo do Meio, terão eventualmente contribuído, em certa medida, para o desenvolvimento de competências para a literacia científica.

Os alunos puderam vivenciar diversas experiências de aprendizagem – trabalho individual e cooperativo; actividades investigativas; situações variadas de comunicação – as quais contribuíram para o desenvolvimento de competências específicas para a literacia científica nos domínios do *conhecimento*, do *raciocínio*, da *comunicação*, e das *atitudes*. As actividades experimentais contribuíram também para o desenvolvimento de competências específicas na área de Estudo do Meio expressas no Currículo Nacional, Ministério de Educação/ DEB, (2001).

Na Quadro 33, explicita-se uma correspondência entre as competências de Estudo do Meio e as de literacia científica desenvolvidas ao longo deste estudo.

⁴⁶ O ciclo da água e a destilação foram realizadas pela professora para a turma por envolver algum risco, por este facto optou-se pela demonstração contando com a participação dos alunos.

Quadro 33 – Especificação das Competências Específicas para a Literacia Científica que se Pretendeu Desenvolver e as Competências Específicas de Estudo do Meio

<i>Competências Específicas Estudo do Meio</i>		<i>Competências Específicas para a Literacia Científica</i>			
		<i>Conhecimento</i>	<i>Raciocínio</i>	<i>Comunicação</i>	<i>Atitudes</i>
<i>A localização no espaço e no tempo</i>	Reconhecimento e utilização no quotidiano de unidades de referência temporal.	X	X		
<i>O conhecimento do ambiente natural e social</i>	Reconhecimento da existência de semelhanças e diferenças entre solos e da necessidade da sua classificação.	X		X	X
	Reconhecimento da importância da ciência na observação de fenómenos	X	X		X
	Explicação de alguns fenómenos com base nas propriedades dos materiais.	X	X	X	
<i>O dinamismo das inter-relações entre o natural e o social</i>	Realização de actividades experimentais simples para identificação de algumas propriedades dos materiais, relacionando-os com as suas aplicações.	X	X	X	X
	Realização de registos e medições simples utilizando instrumentos e unidades adequados.	X	X	X	

Para além destas competências específicas pretendeu-se ainda, que a realização das actividades contribuíssem para o desenvolvimento das seguintes competências de Estudo do Meio desejáveis para o aluno no final do 1.º ciclo:

- Participa em actividades de grupo, adoptando um comportamento construtivo, responsável e solidário, valoriza os contributos de cada um em função de objectivos comuns e respeita os princípios básicos do funcionamento democrático;
- Exprime, fundamenta e discute ideias pessoais sobre fenómenos e problemas do meio físico e social com vista a uma aprendizagem cooperativa e solidária;
- Utiliza formas variadas de comunicação escrita, oral e gráfica e aplica técnicas elementares de pesquisa, organização e tratamento de dados;
- Participa em actividades lúdicas de investigação e descoberta e utiliza processos científicos na realização de actividades experimentais;
- Concebe e constrói instrumentos simples, utilizando o conhecimento das propriedades elementares de alguns materiais, substâncias e objectos (Ministério de Educação/ DEB, 2001, p. 84).

O raciocínio científico foi avaliado através das tarefas de Shayer no início e no final do

estudo. Assim, como se pode verificar pela comparação dos resultados, a maioria dos alunos evoluiu favoravelmente, demonstrando melhores resultados no final do estudo. Muitos factores terão contribuído para esta evolução e acredita-se que as actividades experimentais terão contribuído com a sua quota-parte.

Na análise feita aos registos dos alunos relativos às actividades experimentais, a comunicação foi a competência mais visada, pretendendo-se envolver os conhecimentos e o raciocínio. Por um lado a comunicação oral que era desenvolvida durante as actividades e por outro a comunicação escrita em que os alunos expressavam o que tinham compreendido da observação dos fenómenos.

Pela análise da previsão, da observação e da interpretação verificou-se que globalmente os alunos compreenderam os fenómenos, embora sintam, por vezes algumas dificuldades em exprimir essa compreensão.

Um aspecto referido nas entrevistas finais pelas professoras foi o facto das actividades experimentais terem despertado nos alunos a vontade de procurar respostas para as suas expectativas, observar o que os rodeia de uma forma mais atenta.

A professora Carolina referiu:

ajudou a fundamentar mais... a vontade de pesquisa que eles têm de... saber o porquê das coisas... não dizer o que é, mas procurar e perceber “o porquê” através da procura, de investigação. Quando agora falámos no orvalho... eles vinham ... passado um dia ou dois: “Ai professora, hoje de manhã, quando vinha para cá, vi as plantinhas, e elas estavam com orvalho”. ... “Ah! É verdade, eu no outro dia, quando fui, não sei aonde, vi uma fonte, que caía num lago, mas a água desaparecia, portanto via infiltrar-se”. (E4, p. 8).

ajuda no crescimento deles ... não sei se pode considerar crescimento intelectual, mas desperta-os, ajuda-os a despertar mais para a comunidade envolvente. Interesse em saber de uma realidade que os rodeia, que se calhar, eles não tinham percebido que ... quando nós estamos na sala, não vemos... hoje já sabem que a água está em todo o lado e que na sala há água que não se vê. (E4, p. 11).

A professora Anabela salientou uma atitude mais “expectante” dos alunos relativamente ao mundo que os rodeia e, o facto de trabalharem de uma forma mais próxima da usual em ciência, terá contribuído para que os alunos criem os seus próprios mecanismos de pesquisa e de descoberta.

Compreendem e respeitam melhor o... mundo que as rodeia, conseguem analisar de uma forma mais objectiva o que os rodeia, conseguem formular problemas, resolvê-los e explicá-los. (E5, p. 16).

eles desenvolveram também a motivação para o saber. É importante o saber e eles só se apercebem disso quando o saber for uma coisa interessante e quando estão motivados para isso (E5, p. 18).

Os miúdos à medida que seguem os passos do conhecimento científico, eles próprios vão estruturar a sua mente, de modo a que, quando lhes é posta uma situação qualquer da vida real eles criam estruturas próprias ... arranjando um método, para conseguirem resolver as suas coisas (E5, p. 17).

Os alunos faziam debates, onde exprimiam as suas convicções, acrescentando uma ideia, uma opinião que têm, e sabendo explicá-la, fundamentando-a e dessa forma eles trabalham o ouvir, o respeitar, o falar e tudo isso contribui para um enriquecimento da sua formação escolar e pessoal. (E5, p. 15 e 16).

Conseguiu também estimulá-los para preservarem o património e a natureza... com aquela actividade do Gico, da poluição. Aquelas imagens foram muito significativas para eles, até tenho um texto que refere isso mesmo... (E5, p. 13).

1.3 – Desenvolvimento de competências específicas de Língua Portuguesa

Através das actividades experimentais foi ainda possível fazer uma articulação e uma integração curricular entre diversas áreas, em particular com a Língua Portuguesa e com a Matemática.

Assim, na área da **Língua Portuguesa** a produção escrita através do registo das actividades experimentais (Previsão, Observação e Explicação); recolha, tratamento e organização da informação; sequência de acontecimentos no tempo permitiu que os alunos desenvolvessem as competências:

- No domínio de técnicas básicas da *expressão escrita* usando «frases complexas para exprimir sequências e relações temporais (quando), causais (porque) e condicionais (se)» (Sim-Sim, Duarte e Ferraz, 1997, p. 77).
- No domínio da *leitura*: «Leitura de instruções que constituam guias para a acção» (protocolos de experiências); «Leitura de textos escolares no domínio do estudo do meio» (ib., p. 61).
- No domínio da *compreensão do oral*: «Capacidade de extrair e reter a informação essencial de discursos» (Ministério de Educação/ DEB, 2001, p. 33).
- No domínio da *expressão oral*: «interagir verbalmente de uma forma confiante e participar construtivamente na discussão em grupo»; «Descrever cenas e objectos

observados»; «Usar vocabulário diversificado» (Sim-Sim, Duarte e Ferraz, 1997, p. 69).

- No domínio do *conhecimento explícito*: «Identificação do tipo de relação entre acontecimentos ou situações expresso por conectores de subordinação já usados oralmente (porque, quando, se)» (ib., p. 86).

Nos questionários de avaliação intermédia e final, a descrição e interpretação de situações para dar resposta às questões colocadas, terá contribuído também para o desenvolvimento das competências supracitadas. Apesar de, como já foi referido, algumas vezes os alunos efectuem justificações utilizando a conjunção *e*, muitos passaram a fazer interpretações, estabelecendo relações de causa e efeito, utilizando elementos de ligação *e, por isso, porque*.

As professoras consideraram que foram desenvolvidas competências na área da Língua Portuguesa quer a nível oral, quer a nível de escrita quer ainda a nível do vocabulário. Neste sentido a professora Anabela referiu:

Eles aplicaram o vocabulário e aplicaram-no devidamente, o que significa que...compreenderam.... Desenvolveram a oralidade, a capacidade de se exprimir, a capacidade de escrita e de estruturação do texto... Há... uma coisa que eu considero muito importante... é... a discussão que foi feita dos temas, também ainda a nível oral, na Língua Portuguesa (E5, p. 15).

Por outro lado, a professora Carolina referiu a interdisciplinaridade e a evocação de conhecimentos de Ciências em textos trabalhados na área da Língua Portuguesa:

Muitas vezes, quando nós estamos a falar, de um texto, por exemplo, como aconteceu ... "A Chuva e do Inverno" e da "Neve", que vamos buscar às experiências e eles vão lembrar-se daquilo que aprenderam da precipitação, da condensação...

Quando escrevem, estão a desenvolver a Língua Portuguesa a escrita e a leitura mas estão a trabalhar, a área do Estudo do Meio na mesma. É assim porque há interdisciplinaridade (E4, p. 6).

A professora Anabela referiu ainda um caso de integração de um aluno de origem turca que era um aluno pouco participativo, dada a sua dificuldade em compreender e expressar-se em português:

tenho um aluno que... não tem como Língua materna, a Língua Portuguesa,...não descreve da melhor forma as experiências que faz, no entanto eu sei que ele as percebe minimamente e foi através das actividades experimentais que ele conseguiu, expandir-se um pouco mais. Ele era uma criança muito fechada, ... a

família só fala em turco, ... só contacta com a Língua portuguesa aqui, na escola, tem 12 anos. Mas, ele através das actividades experimentais, embora não escrevesse correctamente, nem explicitasse bem, ele conseguia compreender todos os mecanismos das experiências que foram realizadas, ele experimentava com os materiais e tudo aquilo se fazia luz na sua cabeça, tornava-se prático, tinha sentido, era vivido, ao passo que em certas matérias ele desinteressa-se porque nem sequer compreende as palavras. E ali estava perante os objectos e isso ajudou-o noutras áreas nomeadamente em relação à auto-estima. ... porque não domina a Língua, chega até a ser um pouco desconfiado e a entrar em conflito com os colegas. Agora não tanto, porque desenvolveu mais (a linguagem) ... e através das actividades experimentais ele conseguiu... aproximar-se mais dos outros. E teve também uma atitude diferente em relação à escola, em relação aos colegas pois, como trabalhava em grupo, os colegas respeitavam-no mais porque ele percebia as experiências. E mesmo em relação à Língua Portuguesa e à Matemática ele com a vontade que tinha de explicar aquilo que estava a fazer, conseguiu desbloquear um pouco aquele... bloqueio que ele tinha em relação à Língua Portuguesa. (E5, p. 11 e 12).

1. 4 – Desenvolvimento de competências específicas de Matemática

Na área da **Matemática** as experiências de aprendizagem desenvolvidas ao longo deste estudo terão contribuído para o desenvolvimento das competências relacionadas com:

- *Números e cálculo* – «O reconhecimento dos números inteiros e decimais e de formas diferentes de os representar e relacionar ...» (leitura e escrita de números); «A sensibilidade para a ordem de grandeza de números, assim como a aptidão para estimar valores aproximados ...» (Ministério de Educação/ DEB, 2001, p. 60 e 61).
- *Geometria e medida* – «A compreensão do processo de medição e a aptidão para fazer medições e estimativas em situações diversas do quotidiano utilizando instrumentos apropriados» (escalas – leituras de temperaturas e de capacidades), (Ministério de Educação/ DEB, 2001, p. 63).
- *Estatística e probabilidade* – «A predisposição para organizar dados relativos a uma situação ou a um fenómeno e para representá-lo de modos adequados, nomeadamente, recorrendo a gráficos e tabelas» (Abrantes *et al.*, 1999, p. 107); «A aptidão para ler e interpretar tabelas e gráficos à luz das situações a que dizem respeito e para comunicarem os resultados das interpretações feitas»; «A tendência para dar resposta a problemas com base na análise de dados recolhidos e de experiências planeadas para o efeito» (Ministério de Educação/ DEB, 2001, p. 64), (leitura e interpretação de tabelas e gráficos bem como recolha e selecção de dados; pictogramas).

A Matemática foi estando presente ao longo de várias actividades na leitura de várias unidades de medida, nas estimativas, na elaboração e interpretação de gráficos, etc. É de salientar que estes alunos contactaram com alguns conceitos matemáticos, pela primeira vez, e que estes não lhes ofereceram dificuldades porque surgiu num contexto experimental. É o caso do aparecimento de números negativos quando solidificaram a água que havia precipitado do ciclo da água. Na leitura do termómetro os alunos descobriram que a temperatura desceu abaixo de zero e que havia outros números. Na elaboração do gráfico da solidificação, utilizaram também os números negativos. Este aspecto foi referido pela professora Anabela na entrevista final:

Na matemática, por exemplo eles até aqui não tinham ideia do que eram números negativos e números positivos, não é, e agora já sabem que há temperaturas abaixo de zero e temperaturas acima de zero. Já referi há pouco a estrutura dos gráficos, a leitura, a construção e a interpretação, o facto de trabalharem com números decimais, também, ...a resolução de problemas, porque no fundo os temas abordados sugerem sempre a resolução de problemas, (...) as estimativas, também foram abordadas uma vez que eles... naquela pergunta em que eles tinham que escrever «o que é que vai acontecer», era uma expectativa em relação à situação apresentada... Surgiram as hipóteses,... Efectuaram medições, recolheram dados, seguiram as etapas do procedimento científico, debateram, explicaram, justificaram, ...criticaram também alguns resultados (E5, p. 16).

Outra mais valia referenciada pela professora Anabela tem a ver com a comunicação em Matemática. Os alunos, segundo a professora, tinham agora mais facilidade em explicar o raciocínio seguido nos problemas de Matemática.

Eu devo salientar que, por exemplo, na área da matemática... eles resolviam um problema, e quando eu pedia para explicarem o problema eles ficavam um pouco aflitos, porque associavam a matemática só aos números. ... Um problema... uma situação problemática pode ser um problema do dia-a-dia, pode ser uma observação feita numa experiência e eu tenho de explicar como é que eu observei, como fiz e o que é que concluí dessa observação. E então, a partir do momento em que nós começámos a fazer experiências e a treinar a explicação do que fiz, do procedimento começaram a achar mais fácil e mais natural explicar também nos problemas da matemática, o seu raciocínio. A aprendizagem torna-se então mais significativa (E5, p. 4).

A professora Anabela salientou a facilidade com que os seus alunos interpretavam gráficos, relativamente a outros alunos do mesmo ano de escolaridade.

Por vezes a minha colega do 4.º ano falta e algumas vezes eu tenho os miúdos dela na sala. Uma vez, estávamos a ler um gráfico em Matemática, havia no exercício de Matemática, um gráfico para ler, ...para interpretar, e... os meus alunos,

leram-no com facilidade e os outros tiveram muitas dificuldades. Lá está isto é a prática. Um gráfico aparece não só na Matemática (E5, p. 5).

A professora Carolina também salientou os gráficos e as unidades de medida como conceitos desenvolvidos com as actividades experimentais:

...Matemática ...também a trabalharam mas aí só mais nas experiências quando eles têm que contar os mililitros que se evaporaram, ou os segundos que foram passando (E4, p. 6).

Na área da Matemática, ajudou muito sobretudo na elaboração de gráficos, porque..., é uma matéria que eu tinha para abordar e (...) para eles foi muito mais giro fazerem a parte das experiências do que outra coisa qualquer. Ou das temperaturas, foi muito mais giro. Em relação à Matemática ... verem a evolução do tempo e temperatura, quando eles tinham de ver que: de três em três minutos o aumento de temperatura nem sempre era o mesmo. Ou para eles verem que ... o termómetro dentro do gelo, a temperatura não descia (E4, p. 10).

No questionário final efectuado aos alunos, a avaliação de competências de literacia Matemática estiveram presentes em vários itens [3, 6, 8a), 8d), 9b), 9c), 9d) e 10 b)]. Nos itens em que os alunos revelaram mais dificuldades, 6, e 8d), já foi justificado anteriormente, bem como para o Item 8 a), que apesar de ser o item mais complexo, 42% dos alunos obtiveram a cotação máxima (5), 18% obtiveram a cotação (4) e 13% obtiveram a cotação (3). Nos restantes itens, houve uma elevada percentagem de alunos que obteve a cotação máxima estabelecida para cada um dos itens, o que denota que de algum modo, os alunos desenvolveram competências de raciocínio, de comunicação e algumas competências no domínio da estatística e probabilidades.

Embora não fosse nosso objecto de estudo, as actividades experimentais terão ainda contribuído, eventualmente, para desenvolver competências na área da **Educação Artística** (expressão plástica) com os desenhos e ilustrações dos fenómenos observados, e assim desenvolvessem a *comunicação visual* através das seguintes competências: «Traduzir diferentes narrativas em imagens»; «Aplicar de forma funcional, diferentes códigos visuais» e «Ilustrar visualmente temas e situações» (Ministério de Educação/ DEB, 2001, p. 158).

A implementação das actividades experimentais também permitiu que fossem desenvolvidas competências na área de **Educação Tecnológica** por se tratarem de actividades de observação, actividades de pesquisa, actividades de experimentação porque foram mobilizadas competências de componente científica tais como: identificar variáveis, formular

hipóteses, extrair conclusões, realizar observações directas, interpretar dados numéricos, símbolos e gráficos, etc.

2. Reflexão sobre os resultados

A triangulação foi um processo relevante neste estudo, uma vez que implicou reunir uma variedade de dados, recolhidos através de instrumentos diferentes mas, referentes ao mesmo assunto. O cruzamento dos dados permitiu, assim, visualizar de diferentes pontos de vista o objecto de análise, oferecendo maior grau de confiança e consistência aos resultados encontrados.

Os resultados revelam que as actividades experimentais constituem efectivamente uma experiência de aprendizagem importante no desenvolvimento de competências específicas de Estudo do Meio, bem como para uma melhor compreensão, por parte dos alunos, do mundo que os rodeia.

Numa das turmas envolvidas nesta investigação (turma B), era usual a realização de actividades experimentais. Segundo a professora Carla, os alunos já efectuavam pequenas investigações. Relativamente às professoras Anabela e Carolina, consideravam de extrema importância, mas tinham algum receio em implementar actividades experimentais por não se sentirem seguras relativamente aos conceitos, nem possuíam materiais adequados para determinadas experimentações.

Apesar dos alunos da turma B já realizarem actividades experimentais, os resultados obtidos neste estudo não evidenciam diferenças substanciais entre as duas turmas. A metodologia utilizada pela professora Carla não era semelhante à que por nós foi proposta e seguida neste estudo.

Considerou-se de grande interesse o facto dos alunos, antes de iniciarem uma actividade experimental fizessem a previsão do que iria acontecer porque: (1) os alunos explicitavam as suas concepções alternativas e as suas expectativas relativas ao fenómeno que iriam observar; (2) ao efectuarem uma previsão estavam a mobilizar conhecimentos adquiridos anteriormente; (3) era estabelecido um ponto de partida – o conhecimento do próprio aluno, que posteriormente iria verificar a veracidade da sua previsão.

Relativamente à descrição, como se observou pela apresentação dos resultados, após várias descrições feitas, na última actividade analisada, pode constatar-se que os alunos obtiveram uma percentagem muito significativa na categoria *objectiva ou próximo*, significando que os alunos se tornaram mais rigorosos e mais objectivos nas suas observações, ou seja mais competentes na descrição de fenómenos. Sendo assim, os alunos progressivamente, tornaram-se mais capazes de diferenciar o que observam, das explicações que dão para essas observações. Poderá significar também que os alunos mobilizam saberes científicos para abordar outras situações.

No que diz respeito à interpretação, os alunos por vezes conseguem diferenciá-la da observação, estabelecendo relações de causa e efeito usando os elementos de ligação: *e, por isso, porque*. A conjunção *e* também é utilizada nas suas justificações. Poder-se-á dizer que a tendência destes alunos é utilizarem elementos descritivos na interpretação ou conclusão dos fenómenos. Outro dado relevante é que na presença de diversos fenómenos (aquecimento corpos gasosos, ciclo da água, destilação), a tendência é fixarem-se num dos fenómenos, talvez o mais visível ou o mais inesperado, ou então não referem os processos, falando apenas dos produtos.

Uma reflexão feita à posteriori, relativamente à implementação das actividades experimentais consiste na correcção que seria necessária dos registos escritos feitos pelos alunos. Esses registos não foram devidamente discutidos no final de cada actividade no sentido de se averiguar concretamente o que se pretendia com uma descrição e com uma interpretação. Se os alunos tivessem sido sistematicamente corrigidos logo após a elaboração dos registos, cremos que a destrição entre estes dois aspectos teria sido bastante mais facilitada.

Na apresentação dos resultados pudemos constatar que as actividades experimentais terão contribuído para desenvolver as competências gerais: (1) Mobilizar saberes culturais, científicos e tecnológicos para compreender a realidade e para abordar situações e problemas do quotidiano; (2) Usar adequadamente línguas de diferentes áreas do saber cultural, científico e tecnológico para se expressar; (3) Usar correctamente a língua portuguesa para comunicar de forma adequada e para estruturar pensamento próprio; (6) Pesquisar, seleccionar e organizar informação para a transformar em conhecimento mobilizável; (8) Realizar actividades de forma autónoma, responsável e criativa e (9) Cooperar com os outros em tarefas e projectos comuns.

As actividades experimentais contribuem também para o desenvolvimento de competências noutras áreas curriculares. O registo das actividades permitiu aos alunos desenvolverem algumas competências de Língua Portuguesa, nomeadamente no conhecimento explícito porque estabeleceram relações entre acontecimentos ou situações expresso por conectores de subordinação que já usavam oralmente (*porque, quando, se*). A comunicação oral e escrita foram desenvolvidas aquando da realização das actividades.

A realização de actividades experimentais é importante, os alunos entendem melhor os conceitos, desenvolvem o seu vocabulário mas, por si só não desenvolve competências linguísticas. Para que ocorra desenvolvimento de competências ao nível da linguagem utilizada, o professor terá que estar muito atento ao modo como os alunos respondem e avaliar cada situação per si, reflectindo juntamente com os alunos no sentido de compreenderem o que era pretendido. Os alunos têm que ser corrigidos no sentido de melhorarem o seu tipo de respostas de acordo com o que lhes é solicitado.

A complexidade das situações é importante mas, esta deve ser lenta e gradual. A exploração das previsões, das descrições e das interpretações pondo em evidência os conteúdos científicos envolvidos mas também a sua expressão oral e escrita deve ser um trabalho continuado e estruturado, levando os alunos a tomar consciência dos seus progressos.

Em relação à área da Matemática os alunos contactaram, em contexto experimental, com unidades de medida, números decimais, fizeram estimativas, elaboraram e interpretaram gráficos e tabelas, tendo eventualmente desenvolvido competências nos domínios de: *Números e cálculo; Geometria e medida e Estatística e probabilidade*.

Relativamente ao desenvolvimento de competências da literacia científica nos domínios do conhecimento, do raciocínio, da comunicação, e das atitudes, verificou-se que na comunicação, apesar de ter sido bastante trabalhada durante os registos escritos que os alunos realizaram, e, embora globalmente os alunos tivessem evoluído favoravelmente no sentido de efectuarem melhores previsões, e de serem mais objectivos na descrição dos acontecimentos, na interpretação muitas vezes continham elementos descritivos. Os resultados obtidos quer pelas tarefas de Shayer, quer pelos questionários aplicados evidenciaram que a competência de raciocínio foi efectivamente desenvolvida. A nível da competência do conhecimento, os resultados revelaram que os alunos mostraram mais facilidade no conhecimento processual e alguma dificuldade no conhecimento substantivo.

Em relação ao contributo das actividades experimentais para o desenvolvimento profissional das professoras, estas consideraram de grande interesse, como tal, as professoras referiram:

Para a literacia científica das professoras

- *«Ai imenso, imenso, eu já tinha tido algumas formações na área... das experiências mas esta em particular foi significativa...trabalhámos a temperatura, o ano passado, e este ano continuámos a trabalhar a temperatura... trabalhámos a água foi ... um grande espaço de tempo com o mesmo tema. Deu para ter uma visão mais aprofundada e ver certas evoluções... seguir o processo de estudo que nós fizemos... ajudou-me imenso a compreender a Natureza.» Anabela*

Para a evolução pedagógica das professoras

- *«... certos professores têm a ideia de que é uma perda de tempo, ... estar a fazer as experiências para quê? Se está lá no livro eles vêem, respondem, estão a ver no livro as imagens e tudo, e conseguem chegar lá, mas não é. E não é perda de tempo. E mais uma vez eu pude constatar isso através destas experiências.» Anabela*
- *«...foi gratificante, para mim e para os alunos, termos tido este contacto com as experiências. Foi um contacto mais aprofundado do que aquele que tínhamos tido até aqui pela forma como trabalhámos, ... trabalhámos com materiais próprios e adequados que de outra forma não teríamos acesso. Tivemos contacto com materiais de laboratório, trabalhámos as actividades de uma forma mais sistemática utilizando os registos que são muito importantes porque as crianças retêm a informação durante mais tempo, quer em termos visuais quer em termos cognitivos... faço uma apreciação global muito positiva». Anabela*
- *«Contribuiu bastante,... cada grupo fazia uma experiência, ... E apesar de já ter feito algumas no meu segundo ano, nem de longe nem de perto estavam próximas da qualidade e dos conteúdos, de acordo com o programa ... eu aprendi muito, aprendi muito com as experiências e sei que para o ano será muito mais fácil adaptá-las a outro ano de escolaridade.» Carolina*

VI – Considerações Finais e Conclusões

1. Limitações e dificuldades do estudo

Sendo o objectivo de estudo o desenvolvimento de competências, uma primeira limitação resulta do facto de não ser possível desenvolver competência num intervalo de tempo muito curto e, à partida se estar limitado no tempo. Para, de certo modo, minimizar esta limitação, optou-se por iniciar o estudo quando os alunos se encontravam no 3.º ano de escolaridade (2.º período) e acompanhá-los até ao 4.º ano (início do 2.º período).

Outra limitação prende-se com o facto de não existir uma turma de controlo, impossibilitando ter um termo de comparação para avaliar o desempenho dos alunos. Tinha sido pensado inicialmente mas, devido às limitações de tempo houve que abandonar o acompanhamento desta turma. Contudo, pontualmente aplicaram-se os mesmos instrumentos para se dispor de algum termo de comparação.

Uma outra limitação do estudo diz respeito à impossibilidade de generalizar os resultados do estudo uma vez que se tratava de uma amostra reduzida. Podem, no entanto apontar-se algumas tendências e caminhos possíveis para outras investigações.

A implementação deste estudo deparou-se com dificuldades de resultantes da inexistência, nas escolas, de vários materiais imprescindíveis à realização das actividades. Contornou-se este problema recorrendo à troca de materiais entre escolas, outras vezes através do empréstimo de material da Escola Superior de Educação, outras vezes ainda foi por nós adquirido ou até construído.⁴⁷

⁴⁷ A título de exemplo, os suportes de madeira que faziam parte do material necessário para a actividade da dilatação dos sólidos, foram construídos e custeados pela investigadora.

2. Caminhos Possíveis a Futuras Investigações

A investigadora considera este trabalho de investigação da maior pertinência e relevância porque permitiu alicerçar conhecimentos e metodologias na medida em que promoveu um desenvolvimento não só enquanto processo mas também enquanto produto.

Enquanto processo, constituiu um momento privilegiado de reflexão e questionamento sobre o nosso desempenho profissional com vista à introdução de mudanças nas metodologias de trabalho, já que essa reflexão assentou numa simbiose entre a fundamentação teórica e o saber prático decorrente da nossa experiência profissional. Constituiu também um tempo e um espaço de partilha e de aprendizagem que conduziram à motivação intrínseca para a construção de novas perspectivas de trabalho não só por parte da investigadora mas também das professoras envolvidas no estudo, cujos alunos, também eles implicados, usufruíram de metodologias concorrentes para um maior desenvolvimento da literacia científica.

Enquanto produto, esta investigação poderá eventualmente constituir mais um contributo para a reflexão e enriquecimento de práticas entre professores do 1.º ciclo, na área das Ciências, podendo, também, ser ponto de partida para outros estudos, que venham a ser realizados no contexto deste nível de ensino.

Este trabalho pretende ainda:

- enfatizar a necessidade de se trabalhar as Ciências, no 1.º ciclo, utilizando estratégias que promovam aprendizagens significativas;
- realçar a importância do ensino experimental das ciências na promoção de competências específicas das Ciências, de outras áreas curriculares e também de competências gerais;
- contribuir para o aumento de trabalhos realizados no 1.º ciclo, no âmbito do ensino experimental das ciências.

Apontam-se ainda como possíveis caminhos a outras investigações tendo por base a reflexão dos resultados obtidos neste estudo, no sentido de aprofundar esta problemática não só no 1.º ciclo como também no Pré-escolar e no 2.º Ciclo.

Seria interessante num futuro próximo, utilizando a mesma amostra, avaliar que concepções terão estes alunos sobre os conceitos trabalhados durante esta investigação. Se transferem as competências desenvolvidas anteriormente. Poder-se-ia também observar a evolução e progressão de um grupo reduzido de alunos, no sentido de avaliar como evoluem no tipo da

linguagem utilizada, na aplicação do vocabulário, no estabelecimento de relações entre conceitos, no tipo de inferências e generalizações. Outra possibilidade poderia ser um estudo comparativo entre este grupo de alunos e outros (grupo de controlo), no sentido de averiguar se são mais ou menos capazes que os outros em situações similares de complexidade superior, envolvendo os mesmos conceitos. Avaliar-se-ia também até que ponto estas actividades foram significativas para estes alunos.

3. Conclusões e Considerações Finais

O objectivo central deste estudo foi compreender em que medida a implementação do trabalho experimental do ensino das ciências, enquadrado numa metodologia próxima da metodologia usual em ciência, contribui para o desenvolvimento de competências essenciais tendo em vista o desenvolvimento global do aluno. Para atingir esse objectivo foram planeadas sequências de actividades, experimentais e de outra natureza, de forma a obter produtos dos alunos que revelassem se havia ou não o desenvolvimento de competências específicas de Estudo do Meio, eventualmente de Língua Portuguesa e Matemática e competências gerais.

A análise e interpretação dos dados e resultados obtidos mostrou que, apesar das limitações de natureza diversa, a implementação do trabalho experimental tem potencialidades não só relativamente à aprendizagem dos alunos, e consequentemente ao desenvolvimento de competências essenciais, mas também relativamente ao desenvolvimento profissional dos professores envolvidos, como a seguir se explicita.

O que ressalta do estudo

Relativamente aos alunos

- **Da análise dos relatos dos alunos**

Na **previsão**, com o decorrer do tempo verificou-se que os alunos tenderam a:

- efectuar melhores previsões;
- a utilizar uma linguagem mais próxima da linguagem científica;
- a mobilizar conhecimentos adquiridos anteriormente;

Na descrição da **observação** os alunos de início tendem a descrever os fenómenos introduzindo alguns elementos interpretativos, justificativos, fazendo inferências, ou por vezes, até, concluindo, com o decurso do tempo, tenderam a:

- ser mais rigorosos e mais objectivos, querendo fazer descrições o mais completas possível, introduzindo, por vezes elementos desnecessários;
- a aplicar conceitos trabalhados em novas situações – mobilizam saberes científicos, ou seja mobilizaram competências desenvolvidas anteriormente.

Na presença de diversos fenómenos, por vezes, tendem a referir-se apenas a um podendo ser o último ou aquele que visivelmente foi o mais inesperado;

Quando os alunos registam a **interpretação** do fenómeno ou acontecimento tendem a:

- não diferenciá-lo da descrição da observação;
- se a actividade é mais complexa, envolvendo vários fenómenos, requerendo mais competência por parte dos alunos, estes tendem a regredir um pouco na sua prestação, isto é na interpretação da actividade como uma sequência de acontecimentos;
- não interpretar todos os fenómenos, denotando-se um entendimento global dos fenómenos envolvidos mas, no entanto, tendem a utilizar frases complexas, exprimindo relações causais com conectores (e, por isso, porque, quando).

Tal como na descrição, quando estão envolvidos vários fenómenos, tendem a focalizar a sua interpretação num deles ou referenciam os produtos não referindo os processos;

▪ **Dos questionários efectuados**

Globalmente das respostas dadas, parecem evidenciar que os alunos tendem a:

- aplicar o vocabulário usado durante as actividades experimentais;
- estabelecer relações de causa e efeito quando interpretam acontecimentos;
- mobilizar competências gerais (cger 1, 2 e 3);
- mobilizar competências de literacia científica com um elevado nível de desempenho no conhecimento processual e raciocínio; com um nível de desempenho um pouco inferior no conhecimento substantivo, e com um fraco desempenho ao nível comunicação;

As Tarefas de Shayer evidenciam uma evolução a nível global dos alunos das duas turmas dos níveis mais inferiores, para os níveis posteriores.

▪ **Da análise do discurso (entrevistas) das professoras**

Consideraram as actividades experimentais como um contributo importante referindo:

Aprendizagem específica no Estudo do Meio

- desenvolvimento de competências específicas na área das Ciências;
- aumento do «*vocabulário científico e aplicá-lo devidamente*»;
- «*Alargamento de conhecimentos científicos e sua aplicação*» noutros contextos;
- «*Analizam de uma forma mais objectiva o mundo que os rodeia, conseguem formular problemas, resolvê-los e aplicá-los*»;
- aumento da compreensão, da assimilação de conceitos, «*sentem-se mais seguros, têm mais autoconfiança, mais motivação*»;

Relativamente à transversalidade referiram:

- cooperação e respeito pelas regras (realização dos trabalhos de grupo);
- desenvolvimento da autonomia, mesmo por parte das crianças com maior dificuldade;
- desenvolvimento de competências na área da Língua Portuguesa a nível oral e a nível de escrita na construção de textos - aplicação de conhecimentos (estruturação do pensamento; sequência dos acontecimentos);
- desenvolvimento de competências na área da Matemática nomeadamente na: leitura de temperaturas (escalas e unidades de medida); no conhecimento da existência de números negativos; elaboração, leitura e interpretação de gráficos; noção de tempo; estimativas; os alunos têm agora maior facilidade em explicar como resolvem os problemas de Matemática;

Integração (visível na turma A)

- contribuição para uma melhor integração de um aluno de nacionalidade turca (actividade experimental – uma linguagem universal);

Relativamente ao desenvolvimento profissional dos professores

▪ **Contributo das actividades experimentais**

A tomada de consciência das aprendizagens realizadas e do desenvolvimento global dos alunos, para que contribuiu a realização das actividades experimentais, levou a uma mudança na forma de perspectivar as práticas no sentido de uma evolução pedagógica das professoras.

Assim, relativamente à *literacia científica*, as professoras referiram que até já tinham feito formação na área das ciências, mas a participação neste projecto, uma vez que se prolongou no tempo e abordou temas que estão relacionados uns com os outros e de acordo com o programa do 1.º Ciclo permitiu-lhes aprofundar mais os conhecimentos acerca desta temática (calor, temperatura e água).

Para a *evolução pedagógica das professoras*, estas referiram-se à importância: (1) da realização das actividades como uma forma de alcançar mais facilmente os seus objectivos, que apesar de levar mais tempo, esta metodologia torna-se mais eficaz; (2) de levar os alunos a efectuarem registo das actividades tornando a informação muito mais consistente e duradoura; (3) de se utilizarem materiais adequados; (4) de poderem mais facilmente efectuar actividades experimentais com outros alunos.

Os professores, à partida, valorizam a aprendizagem das Ciências no 1.º ciclo. Porém, sentem inúmeros condicionalismos, mesmo constrangimentos, que dificultam, impedindo, por vezes, a implementação de actividades de aprendizagem de ciência, em particular as actividades experimentais. Esses condicionalismos são de natureza externa (falta de material, de apoios) e interna (a formação que recebem, em geral, não é a adequada levando-as a ter: receio de errar; pouco à vontade com o material e com os conteúdos; dificuldade em gerir o trabalho de grupo).

- O trabalho em cooperação, com pares [onde são discutidas as estratégias, as sequências de aprendizagem, os conteúdos, em que é facultado o material e são realizadas experiências] deu segurança às professoras para a implementação das mesmas e para, no futuro, mesmo sozinhas, as realizarem.
- A experiência adquirida com a implementação das actividades experimentais mostrou às professoras que o trabalho em grupo é possível e que os alunos, se estão interessados e motivados, o seu comportamento melhora, aprendem a discutir e a cooperar na realização das actividades.

Por outro lado, o desenvolvimento deste trabalho veio mostrar que a realização de actividades experimentais, no 1.º ciclo:

- pode abrir uma nova forma de perspectivar o currículo;
- permite abrir horizontes noutras áreas curriculares contribuindo para o desenvolvimento de competências (gerais e específicas);

- permite a vivência de experiências de aprendizagem significativas.

Em resumo é possível afirmar, com base nos resultados obtidos, que efectivamente o ensino experimental das ciências, seguindo uma metodologia como a apresentada neste estudo contribui para o desenvolvimento de competências de Estudo do Meio (Ciências Físico-Naturais), competências de Língua Portuguesa, competências de Matemática e competências gerais.

Assim, o ensino experimental das ciências, quando trabalhado numa metodologia próxima da usual em ciência (construtivista), contribui para o desenvolvimento da literacia que se pretende que todos os cidadãos tenham acesso no Ensino Básico.

O ensino experimental das ciências desperta, geralmente, nos alunos uma motivação intrínseca muito intensa. Mas, porque se tratam de crianças a frequentar o 1.º ciclo, e para que a construção dos conhecimentos e o desenvolvimento de competências aconteça, precisam de quem os oriente no prosseguimento desse caminho, como diz Charpak (1997):

*Na idade da escolaridade primária, a criança é
extraordinariamente receptiva às ciências da natureza:
o seu ensino desenvolve a personalidade, a inteligência,
o espírito crítico e a relação com o mundo.*

*Para aprender, a criança não pode contentar-se
com observar e manipular: deve ser guiada pelo professor
e pelas suas perguntas.*

*A ciência faz parte da base de conhecimentos
necessários à criança para crescer e viver
nas sociedades desenvolvidas (p. 27).*

Bibliografia

- Abrantes, Paulo (2001a). "Prefácio" In Philippe Perrenoud. *Porquê construir competências a partir da escola?* Porto: ASA
- Abrantes, Paulo (2001b). *Reorganização Curricular do Ensino Básico Princípios, Medidas e Implicações Decreto-Lei: 6/ 2001*. Lisboa: Ministério de Educação/ Departamento de Educação Básica.
- Abrantes, Paulo; Serrazina, Lurdes e Oliveira, Isolina (1999). *A Matemática na Educação Básica*. Lisboa: Ministério de Educação.
- Afonso, Ana Maria e Neves, Isabel Pestana (1998). Socialização primária e concepções das crianças em ciências. *Revista de Educação*, 1 (VII), 107-118.
- Almeida, António e Vilela, Maria da Conceição (1996). *Didáctica das Ciências: Aceleração Cognitiva – Teoria e Prática*. Lisboa: Edições Asa.
- Alonso, Luísa (2002). "Integração Currículo-Avaliação: Que significados? Que constrangimentos? Que implicações?" In Paulo Abrantes e Filomena Araújo (coord). *Avaliação das Aprendizagens*. Lisboa: Departamento de Educação Básica
- Arceo, Frida Díaz-Barriga e Rojas, Geraldo Hernández (2001). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. Madrid: Mc Graw Hill. 2.ª edición.
- Association for the Advancement of Science (1993). *Benchmarks for Science Literacy – Project 2061*. Oxford University Press.
- Ausubel, David P. (2003). *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma perspectiva Cognitiva*. Lisboa: Plátano.
- Azevedo, Flora (2000). *Ensinar e Aprender a Escrever*. Porto: Porto Editora.
- Bachelard, Gaston (1984). *A Epistemologia*. Lisboa: Edições 70.
- Barreira, Aníbal e Moreira, Mendes (2004). *Pedagogia das Competências*. Lisboa: Edições Asa.
- Bárrios, Amália (1992). Linguagem no ensino de Ciências. In Mariana Pereira (coord) *Didáctica das Ciências da Natureza*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Bechara, Evanildo (1989). *Moderna gramática Portuguesa*. São Paulo: Editora Nacional.
- Bernstein, Basil (1998). *Pedagogía, control simbólico e identidad*. Madrid: Morata.
- Bogdan, Robert e Biklen, Sari (1994). *Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.

- Bóo, Max de (1994). "Science in the early years". *Primary Science Review*. June, 2 – 3.
- Bruner, Jerome (1989). *Acción, pensamiento y lenguaje*. Madrid: Alianza.
- Bruner, Jerome (1998). *O processo de Educação*. Lisboa: Edições 70.
- Bruner, Jerome (1999). *Para uma Teoria da Educação*. Lisboa: Relógio D'Água.
- Bruner, Jerome (2001). *Desarrollo cognitivo y educación*. Madrid: Morata.
- Cachapuz, António (1993). "Ensino das ciências e mudança conceptual: estratégias inovadoras de formação de professores". *Inovação*, 6, 47-54.
- Cachapuz, António (1995). O Ensino das Ciências para a Excelência da Aprendizagem. In Adalberto Carvalho (Orgs). *Novas Metodologias em Educação*. Porto. Porto Editora
- Canavarro, José Manuel (1999). *Ciência e Sociedade*. Coimbra: Quarteto.
- Cañhas, Ana; Martín-Díaz , Maria Jesús e Níeda, Juana (2003). Las Ciencias de la Naturaleza en el desarrollo de las capacidades de los alumnos. In Elena Martín e César Coll. *Aprender Contenidos, Desarrollar Capacidades*. Barcelona: Edebé.
- Carmo, Hermano e Ferreira, Manuela (1998). *Metodologia da Investigação: Guia de Auto-aprendizagem*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Carmo, José Manuel (1992). Ensino de Ciências, a criança e a exploração do mundo. In Mariana Pereira (coord) *Didáctica das Ciências da Natureza*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Charpak, Georges (1997). *As Ciências na escola primária*. Mem Martins: Inquérito.
- Charpak, Georges (1999). *Crianças Investigadores e Cidadãos*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Coll, César (1996). Um Marco de Referência Psicológico para a Educação Escolar: A Concepção Construtivista da Aprendizagem e do Ensino. In César Coll, Jesús Palacios, e Alvaro Marchesi (org.). *Desenvolvimento Psicológico e Educação – Psicologia da Educação*. Vol. 2. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Coll, César e Martín, Elena (2001). A avaliação da aprendizagem no currículo escolar: uma perspectiva construtivista. In César Coll, et al. *O Construtivismo na sala de aula*. Porto: Edições ASA.
- Costa, A. F. (1986). A pesquisa de terreno em sociologia. In A. S. Silva e J. M Pinto (Orgs), *Metodologia das Ciências Sociais*. Lisboa: Afrontamento.
- Cunha, Celso e Cintra, Lindley (1986). *Nova Gramática do Português Contemporâneo*. Lisboa: Edições João Sá da Costa.
- Decreto-Lei n.º 6/2001, de 18 de Janeiro (Reorganização Curricular do Ensino Básico).

- Domingos, Ana Maria; Barradas, Helena; Rainha, Helena e Neves, Isabel Pestana (1986). *A Teoria de Bernstein em Sociologia da Educação*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Driver, Rosalind (1983). *The Pupil as Scientist?*. Milton Keynes. Open University Press.
- Driver, Rosalind; Guesne, Edith e Tiberghien, Andrée (1985). *Children's ideas in science*. Milton Keynes. Open University Press.
- Ferraz, Ana Filipa *et al.* (1999). "Materiais Pedagógicos: Água". *Instituto de Promoção do Ambiente, Ipamb*. Ministério do Ambiente. FEDER.
- Friedl, Alfred (2000). *Enseñar Ciencias a los niños*. Barcelona. Gedisa Editorial.
- Fumagalli, Laura (1998). O Ensino das Ciências Naturais no Nível Fundamental da Educação Formal: Argumentos a seu Favor. *In* Hilda Weissmann (Orgs). *Didáctica das Ciências Naturais – Contribuições e Reflexões*. Porto Alegre: ArtMed.
- Gifford, Richard (1997). The role of Language. *Primary Science Review* . 48, 14 – 17.
- Gil, Victor (1999). Surpresa e Ciência: Implicações para o Ensino. *In Ensino Experimental e Construção de Saberes*. Lisboa: Conselho Nacional de Educação – Ministério de Educação.
- Harlen, Wynne (1999). *Enseñanza Y aprendizaje de las ciencias*. Madrid: Morata.
- Harré, R. (1967). *Introducción a la Lógica de las Ciencias*. Barcelona: Editorial Labor.
- Julyan, Candace e Duckworth, Eleanor (1999). Uma perspectiva construtivista do ensino e da aprendizagem das ciências. *In* Catherine Twomey Fosnot, *Construtivismo e Educação*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Ketele, Jean-Marie e Roegiers, Xavier (1999). *Metodologia da recolha de dados*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Landsheere, Gilbert (1986). *A Investigação Experimental em Pedagogia*. Lisboa: Publicações Dom Quixote.
- Le Boterf, Guy (1994). *De la Compétence – Essai sur attracteur étrange*. Paris: Les Éditions D'organization.
- Le Boterf, Guy (20005). *Construir as competências individuais e colectivas – Resposta a 80 questões*. Porto: Edições ASA.
- Leite, Laurinda (2001). "Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino de ciências". *Cadernos Didácticos de Ciências*. Volume 1, 79 – 97.
- Lessard-Hébert, Michelle (1996). *Pesquisa em educação*. Lisboa: Instituto Piaget.

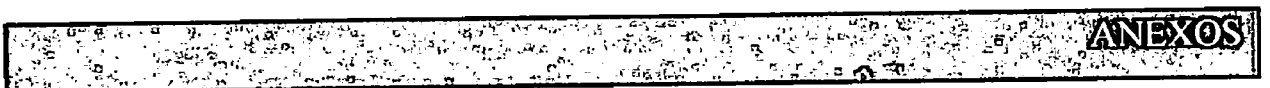
- Lessard-Hérbert, Michelle; Goyette, Gabriel e Boutin, Gérald (1994). *Investigação qualitativa: Fundamentos e práticas*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Lopes, A. R. C. (1993). “Contribuições de Gaston Bachelard ao ensino de ciências”. *Enseñanza de las Ciencias*. 11 (3), 324 – 330.
- Lopes, J. Bernardino (1994). *Resolução de Problemas em Física e Química – Modelo para Estratégias de Ensino-Aprendizagem*. Lisboa: Texto Editora.
- Lovell, Kurt (1988). *O Desenvolvimento dos Conceitos Matemáticos e Científicos na Criança*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Lüdke, Menga e André, Marli (1986). *Pesquisa em Educação: Abordagens qualitativas*. S. Paulo: Editora Pedagógica Universitária.
- Martins, Isabel e Veiga, Maria Luísa (1999). *Uma análise do Currículo da Escolaridade Básica na Perspectiva da Educação em Ciências*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Martins, Margarida Alves e Niza, Ivone (1998). *Psicologia da aprendizagem da linguagem escrita*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Mateus, Maria Helena Mira (2002). Ensino da Língua e Desenvolvimento Educativo. In M. Amélia Mendonça e Teresa Gaspar (Org). *Qualidade e Avaliação da Educação*. Lisboa: Conselho Nacional de Educação – Ministério de Educação.
- Matta, Isabel (2002). *Psicologia do desenvolvimento e da aprendizagem*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Matthews, M. R. (1994). “Historia, Filosofia y Enseñanza de las Ciencias: la Aproximación Actual”. *Enseñanza de las Ciencias*. 12 (2), 255 – 277.
- Mauri, Teresa (2001). O que faz com que o aluno e a aluna aprendam os conteúdos escolares? In César Coll et al. *O Construtivismo na sala de aula*. Porto: Edições ASA.
- Medici, D., Speranza, F. e Vighi, P. (1986). “Sobre la formacion de los conceptos Geométricos y sobre o lexico geometrico”. *Enseñanza de las Ciencias*, 4, (1), 16-22.
- Miguéns, Mauel; Serra, Paula; Simões, Helena e Roldão, Maria do Céu (1997). *Dimensões Formativa de Disciplinas do Ensino Básico*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Ministère de l’Éducation Nationale de la Jeunesse et des Sports Direction des Écoles (1991). *Les cycles à l’école primaire*. Paris: Hachette.
- Ministério da Educação/ DEB (2001). *Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação/ Departamento de Educação Básica.
- Ministério da Educação/ Departamento de Educação Básica (1998). *Organização Curricular e Programas Ensino Básico – 1.º Ciclo*. Mem Martins: Editorial do Ministério de Educação.

- Mintzes, Joel e Wandersee, James (2000). Reforma e inovação no Ensino da Ciência – Uma visão Construtivista. In Joel Mintzes; James Wandersee e Joseph Novak. *Ensinando Ciência para a compreensão – uma visão construtivista*. Lisboa. Plátano Editora.
- Moreira, Marco António e Buchweitz, Bernardo (2000). *Novas Estratégias de Ensino e Aprendizagem*. Lisboa: Plátano.
- Netto, Samuel Pfromm (1987). *Psicologia da Aprendizagem e do Ensino*. Editora Pedagógica Universitária.
- Novak, Joseph D. (1981). *Uma Teoria de Educação*. São Paulo: Livraria Pioneira Editora.
- Oró, Ignasi (1999). Conhecimento do Meio Natural. In Antoni Zabala (Orgs). *Como Trabalhar os Conteúdos Procedimentais em Aula*. Porto Alegre: ArtMed.
- Ozámiz, Miguel de Guzmán (2001). Enseñanza de la Matemática. In Daniel Gil Pérez e Miguel Ozámiz. *La Enseñanza de las Ciencias y la Matemática – Tendencias e innovaciones*. Madrid: Editorial Popular.
- Panofsky, Carolyn; John-Steiner, Vera e Blachwell, Peggy (1996). O desenvolvimento do discurso e dos conceitos científicos. In Luis Moll. *Vygotsky e a Educação*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Pedrosa, Arminda, Veiga, Jorge, Pestana, Elisa e Pereira, Mariana (1997). “Comparação das classificações da aprendizagem de Ciências e de Matemática atribuídas em provas escritas com as atribuídas em provas orais”. In Eduarda Santos et al. *Ensino das Ciências*. (Temas de Investigação 3). Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Peralta, Maria Helena (2002). “Como avaliar competência(s)? – Algumas considerações”. In Paulo Abrantes e Filomena Araújo (coord). *Avaliação das Aprendizagens*. Departamento de Educação Básica. Lisboa.
- Pereira, Alda (2002). *Educação para a Ciência*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Pérez, Daniel Gil (2001). Enseñanza de las Ciencias. In Daniel Gil Pérez e Miguel de Guzmán Ozámiz. *La Enseñanza de las Ciencias y la Matemática – Tendencias e innovaciones*. Madrid: Editorial Popular.
- Pérez, Martiniano e López, Eloisa (1994). *Currículum y Enseñanza*. Madrid: Editorial EOS.
- Perez, Martiniano e Lopez, Eloisa D. (1989). *Currículum y Aprendizaje. Un modelo de Diseño Curricular de aula en el marco de la Reforma*. Pamplona: Gráficas Ona.
- Perrenoud, Philippe (1999 a). *Avaliação – Da Excelência à regulação das Aprendizagens – Entre Duas Lógicas*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Perrenoud, Philippe (1999 b). *Construir as Competências desde a Escola*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Perrenoud, Philippe (2001). *Porquê construir competências a partir da escola?* Porto: ASA

- Piaget, Jean (1967). *O Raciocínio na Criança*. Rio de Janeiro: Record.
- Piaget, Jean (1999). *A Linguagem e o Pensamento da Criança*. São Paulo: Martins Fontes.
- Pinto, Jorge (2003). “A avaliação e a aprendizagem: da neutralidade técnica à intencionalidade pedagógica”. *Educação e Matemática*, 74, 3 - 9.
- Pinto, José Manuel Castro, Lopes Maria Céu Vieira e Alves, Manuela (2001). *Gramática do Português Moderno*. Lisboa: Plátano.
- Pozo, Juan Ignacio (1987). *Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal*. Madrid: Visor
- Pozo, Juan Ignacio (2000). La crisis de la educación científica. Volver a lo básico o volver al construtivismo? In Elena Barberà et al. *El construtivismo en la práctica*. Barcelona: Editorial Graó.
- Projecto Física (1978). *Conceitos de movimento – Texto e Manual de Experiências e Actividades*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Quivy, Raymond e Campenhoudt, Luc Van (1992). *Manual de Investigação em Ciências Sociais*. Lisboa: Gradiva.
- Ramalho, Glória (2003). “As aprendizagens no sistema educativo português: Principais resultados de estudos realizados” In Joaquim Azevedo (coord.) *Avaliação dos resultados escolares*. Porto: ASA.
- Ramalho, Glória (coord.). (2004). Resultados do Estudo Internacional PISA 2003 – Primeiro Relatório Nacional. Mem Martins: Editorial do Ministério de Educação.
- Ramos, Maria Mercês Sousa e Ribeiro (actualmente Castro), Maria Luz (1989). Introdução de Processos Científicos na Escola Primária. In Mariana Pereira (Ed.) *Formação de Professores de Química/ Ciências – desafios para um mundo em mudança*. Lisboa: Sociedade Portuguesa de Química.
- Ramos, Maria Mercês Sousa e Ribeiro (actualmente Castro), Maria Luz (1991). Que Química para o 1.º Ciclo. *Boletim Sociedade Portuguesa de Química*. Lisboa: Sociedade Portuguesa de Química, 46, 37 – 41.
- Rebelo, Dulce; Marques, Maria José e Costa, Manuel (2000). *Fundamentos da Didáctica da Língua Materna*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Rey, Bernard (1996). *As competências transversais em questão*. Artemed: Porto Alegre.
- Ribeiro (actualmente Castro), Maria Luz e Ramos, Maria Mercês Sousa (1990). Da oportunidade de ensinar Física na Escola Primária – Aprendizagem de processos científicos por alunos do 2.º ano de escolaridade. In *O Professor*. N.º 6 (3.ª série).
- Roldão, Maria Céu (1994). *O Pensamento Concreto da Criança*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.

- Roldão, Maria Céu (1995). *O Estudo do Meio no 1.º Ciclo – Fundamentos e Estratégias*. Lisboa: Texto Editora.
- Roldão, Maria Céu (2003). *Gestão do Currículo e Avaliação de Competências*. Lisboa: Editorial Presença.
- Rychen, Dominique Simone (2005). Competências-chave para todos: Uma estrutura conceptual de referência abrangente. In Dominique Simone Rychen e Alejandro Tiana. *Desenvolver competências-chave em educação*. Porto: Asa.
- Sá, Joaquim (1994). *Renovar as Práticas no 1.º Ciclo pela via das Ciências da Natureza*. Porto: Porto Editora.
- Sá, Joaquim (2000). “A Abordagem Experimental das Ciências no Jardim de Infância e 1.º Ciclo do Ensino Básico: Sua relevância para o processo de educação científica nos níveis de escolaridade seguintes”. *Inovação*, 13, 57-67.
- Sá, Joaquim e Carvalho, Graça (1997). *Ensino Experimental das ciências – Definir uma estratégia para o 1.º Ciclo*. Braga: Editora Correio do Minho.
- Sá, Joaquim e Valente, Maria Odete (1998). A promoção do pensamento científico em crianças do 1.º ciclo do ensino básico. *Revista de Educação*, 2 (VII), 165-177.
- Sá, Joaquim e Varela, Paulo (2004). *Crianças Aprendem a Pensar Ciências – Uma abordagem interdisciplinar*. Porto: Porto Editora.
- Santos, Maria da Conceição (2002). *Trabalho Experimental no Ensino das Ciências*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Santos, Maria Eduarda (1998). *Mudança Conceptual na Sala de Aula – Um desafio Epistemologicamente Fundamentado*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Serrano, Glória Pérez (1994 a). *Investigación cualitativa. Retos e interrogantes I. Métodos*. Madrid: La Muralla.
- Serrano, Glória Pérez (1994 b). *Investigación cualitativa. Retos e interrogantes II. Técnicas y análisis da datos*. Madrid: La Muralla.
- Sim-Sim, Inês, Duarte, Inês e Ferraz, Maria José (1997), *A Língua Materna na Educação Básica – Competências Nucleares e Níveis de Desempenho*, Lisboa: Ministério de Educação/ DEB
- Solé, Isabel e Coll, César (2001). Os professores e a concepção construtivista. In César Coll et al. *O Construtivismo na sala de aula*. Porto: Edições ASA.
- Solomon, Joan e Brooke, Helen (1996). “It’s fun, but do they learn?”. *Primary Science Review*. 44, October, 14 – 16.
- Sousa, Otilia Costa (1996). *Construindo Histórias – Quando. Então. Depois – Marcadores aspectuo-temporais em narrativas de crianças*. Lisboa: Editorial Estampa.

- Stake, Robert (1998). *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Morata.
- Tiana, Alejandro (2005). O desenvolvimento de competências-chave nos sistemas educativos: alguns exemplos provenientes de estudos internacionais e experiências nacionais. In Dominique Simone Rychen e Alejandro Tiana. *Desenvolver competências-chave em educação*. Porto: Asa.
- Tiberghien, Andrée (1983). Revue critique sur les recherches visant a elucidar le sens des notion de temperature et chaleur pour les eleves de 10 a 16 ans. *Recherche en didactique de la physique : les actes du premier atelier international*. La Londe les Maures, Éditions du CNRS, Paris.
- Valente, Maria Odete (1983). *Para um ensino criativo das Ciências na Escola Primária*. Lisboa: Triálgráfica.
- Valente, Maria Odete (1997). O trabalho do laboratório. Limites e possibilidades. Perspectiva histórica. *Gazeta de Física*, 20 (1), p. 33-34.
- Valente, Odete; Salema, Helena; Morais, Margarida e Cruz, Natália (1989). “A metacognição”. *Revista de Educação*, 1, (3), 47-51.
- Vygotsky, Lev Semenovitch (1994). *A Formação Social da Mente*. São Paulo: Martins Fontes.
- Vygotsky, Lev Semenovitch (1998). *Pensamento e Linguagem*. São Paulo: Martins Fontes.
- Weissmann, Hilda (1998). O que ensinam os professores quando ensinam Ciências Naturais e o que dizem querer ensinar. In Hilda Weissmann (Orgs). *Didáctica das Ciências Naturais – Contribuições e Reflexões*. Porto Alegre: ArtMed.
- Wood, David (1996). *Como as crianças pensam e aprendem*. São Paulo: Martins Fontes.
- Woods, Peter (1999). *Investigar a arte de ensinar*. Porto: Porto Editora.
- Zabala, Antoni (1999). *Como Trabalhar os Conteúdos Procedimentais em Aula*. Porto Alegre: ArtMed



ANEXO 1 – Guia de Entrevista Inicial

GUIÃO DE ENTREVISTA INICIAL

Objectivos:

- Recolher informação sobre as representações/expectativas dos professores envolvidos no estudo, relativamente à contribuição do ensino experimental de ciências, para o desenvolvimento de competências globais dos alunos;
- Recolher dados para a caracterização do perfil dos professores e das turmas envolvidas no estudo;
- Conhecer as metodologias mais utilizadas pelos professores para promover a aprendizagem das ciências;
- Enumerar as competências que são desenvolvidas através dessas metodologias.

BLOCOS	OBJECTIVOS ESPECÍFICOS	PARA UM FORMULÁRIO DE QUESTÕES	OBSERVAÇÕES
I. Legitimação da entrevista e motivação do entrevistado	1. Legitimar a entrevista e motivar o entrevistado	a) Informar sobre o tema e os objectivos gerais do trabalho; b) Solicitar a colaboração do entrevistado explicitando a sua importância para o estudo em curso; c) Assegurar o anonimato das opiniões; d) Garantir informação sobre o resultado da investigação;	Pedir autorização para gravar a entrevista.
II. Perfil do professor	1. Caracterizar o professor	a) Pedir ao professor que fale um pouco dele como profissional; b) Pedir que refira as razões que o levaram a escolher esta profissão;	Referir : - Idade - Formação académica - Situação profissional - Tempo de serviço - Situações gratificantes da vida profissional
III. Perfil da turma	1. Caracterizar a turma a nível do processo ensino/aprendizagem	a) Solicitar uma panorâmica da sua turma do ponto de vista de aproveitamento, comportamento e atitudes;	Referir: - Ano de escolaridade - Idades - Níveis de aproveitamento - Gostos e interesses
IV. Concepções do professor face ao ensino experimental das ciências	1. Captar a atitude do professor relativamente à importância do ensino experimental das ciências.	a) Questionar o professor sobre a importância que atribui ao ensino experimental das ciências, no currículo do 1º Ciclo do Ensino Básico; b) Pedir ao professor que refira as	

	<p>2. Identificar, na opinião do entrevistado, que competências são desenvolvidas através do ensino experimental das ciências.</p> <p>3. Salientar os aspectos positivos e negativos do ensino experimental.</p>	<p>competências que lhe parecem ser desenvolvidas através do ensino experimental das ciências;</p> <p>c) Solicitar que explicita que outras formas são utilizadas para que os alunos adquiram conceitos em ciências;</p> <p>d) Pedir ao professor que refira quais lhe parecem ser as vantagens e as desvantagens do ensino experimental das ciências;</p>	
V. Implicações do ensino experimental das ciências na aquisição/ desenvolvimento de competências transversais e aprendizagens globais	<p>1. Conhecer o parecer do professor relativamente à transversalidade</p> <p>2. Saber se a transversalidade é exequível através do ensino experimental das ciências</p>	<p>a) Questionar o professor sobre a existência ou não de transversalidade entre a área de Estudo do Meio relativamente às outras áreas curriculares;</p> <p>b) Questionar o professor se: quando aborda um tema de ciências, costuma tratá-lo só na área de Estudo do Meio, ou liga-o a aprendizagens noutras áreas do saber. Se sim, quais e como;</p>	Solicitar exemplos de momentos em que tivesse ocorrido transversalidade
VI. Práticas do professor face ao ensino experimental das ciências	<p>1. Caracterizar o tipo de prática.</p> <p>2. Conhecer a implicação do ensino experimental das ciências na qualidade do trabalho desenvolvido na turma.</p>	<p>a) Solicitar ao professor que refira, sumariamente, as actividades experimentais que tem desenvolvido com os seus alunos;</p> <p>b) Solicitar ao professor que refira as competências que pretendeu desenvolver quando planificou uma determinada actividade experimental</p> <p>c) Saber como organiza o espaço da sua sala de aula; e para realizar trabalhos de âmbito experimental;</p> <p>d) Solicitar ao professor que diga em que medida o ensino experimental das ciências favorece ou não a relação pedagógica professor-aluno e aluno-aluno.</p> <p>e) Pedir que refira quais os factores que considera influenciar o sucesso das actividades experimentais;</p> <p>f) Solicitar ao professor que refira os meios que costuma utilizar para avaliar as aquisições no domínio das ciências;</p> <p>g) Questionar o professor sobre as limitações com que se depara na implementação do ensino experimental, na sua turma;</p>	<p>Referir:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Projectos em que tem estado envolvido; - Actividades ou temas explorados; - Trabalhos realizados; <p>- Dar exemplo de uma actividade experimental acima referida pelo professor;</p>
Agradecimentos	Agradecer a colaboração		

ANEXO 2 – Inquérito por Questionário (Concepções Alternativas)

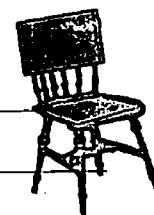
QUESTIONÁRIO INICIAL – CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DOS ALUNOS

Ficha Informativa

Data: ____/____/____ Nome: _____ Idade: _____

1 – Toca com a mão no ferro da tua cadeira e, de seguida toca no assento de madeira.

a) O que sentes quando tocas no ferro?



b) O que sentes quando tocas na madeira?

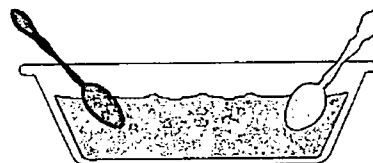
c) Explica qual dos objectos está a uma temperatura mais alta e porquê.

2 – Mergulharam-se, durante algum tempo, duas colheres, uma de metal e outra de madeira numa bacia com água quente.

a) Toca nos cabos das colheres e sentes:

(Assinala com um X a resposta certa.)

- ☐ a colher de metal mais fria que a de madeira.
☐ a colher de metal mais quente que a de madeira.
☐ as duas colheres com a mesma temperatura.



b) Explica a tua resposta

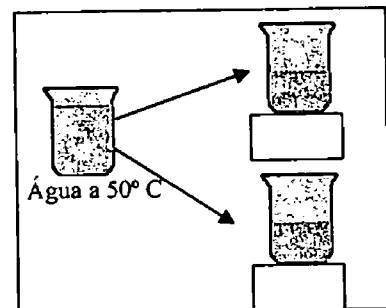
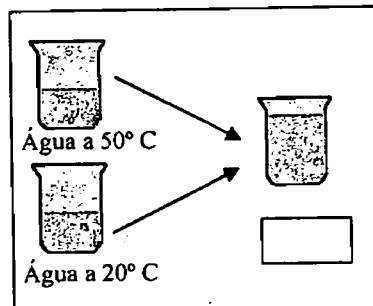
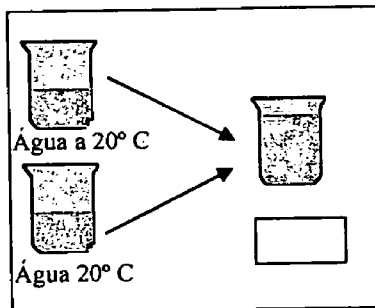
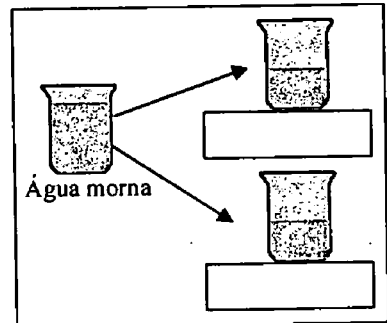
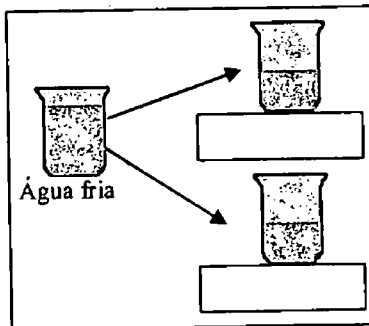
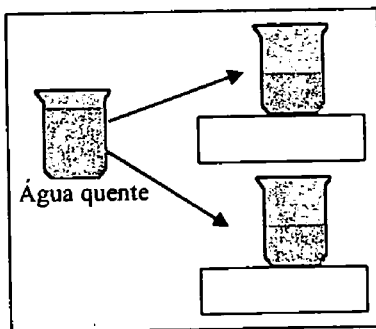
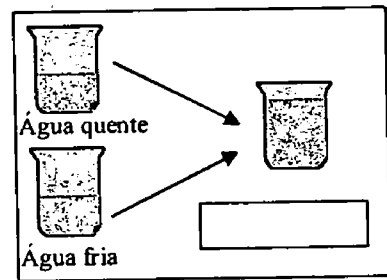
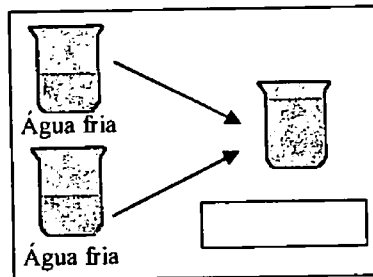
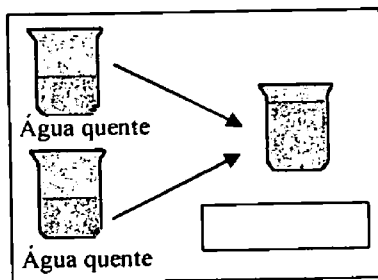
c) Se medires a temperatura das duas colheres verificarás que:

(Assinala com um X a resposta certa.)

- ☐ A temperatura da colher de metal é mais baixa que a da colher de madeira.
☐ A temperatura da colher de metal é mais alta que a da colher de madeira.
☐ A temperatura das duas colheres é igual.



3 – Se misturarmos ou separarmos água. Que temperatura poderás obter?
Escreve no rectângulo junto aos copos a temperatura que te parece correcta.



Muito obrigada pela tua colaboração!

ANEXO 3 – Atividades Experimentais – Dilatação (3º Ano)

ACTIVIDADES EXPERIMENTAIS DE DILATAÇÃO (3.º ANO)
QUE ACONTECE AOS CORPOS QUANDO SÃO AQUECIDOS?

Objectivos:

- Identificar corpos sólidos (barra metálica), líquidos (água corada) e gasosos (ar).
- Prever o que acontecerá aos corpos quando aquecidos.
- Formular previsões relativamente ao comportamento dos corpos sólidos (barra metálica), líquidos (água corada) e gasosos (ar).
- Observar o que sucede quando se aquecem corpos sólidos (barra metálica), líquidos (água corada) e gasosos (ar).
- Descrever registando as ocorrências verificadas.
- Interpretar informação, reconhecendo a dilatação dos corpos.
- Compreender o funcionamento do termómetro por analogia à dilatação dos corpos.

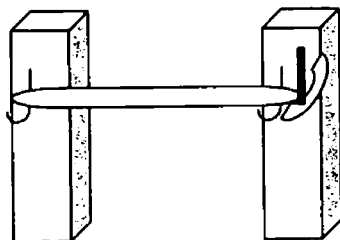
1 – Aquecimento de corpos sólidos (barra metálica – alumínio)

Material

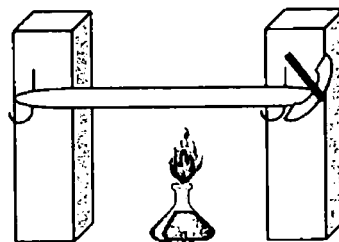
- Suporte de madeira
- Barras de alumínio (provetes)
- Lamparina de álcool

Procedimento

1. Colocar a barra no suporte, de modo a ficar próximo do ponteiro ou marcador.
2. Colocar por baixo da barra uma lamparina e acender.
3. Esperar algum tempo e observar.
4. Interpretar o que aconteceu.
5. Podem-se utilizar barras (provetes) de diferentes materiais para averiguar e anotar as diferenças.



A - Colocar a barra no suporte



B - Aquecimento da barra (sólido)

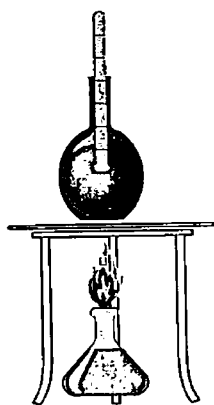
2 – Aquecimento de Corpos líquidos (água corada)

Material

- Balão de vidro de fundo plano com rolha perfurada
- Água + corante
- Tubo fino de vidro
- Lamparina de álcool
- Suporte para aquecer o balão (tripé)

Procedimento

1. Enche o balão de vidro com água e coloca um pouco de corante.
2. Tapa o balão com a rolha perfurada.
3. Introduz um tubo fino de vidro na rolha do balão.
4. Veda bem a rolha do balão e o tubo de vidro com fita adesiva.
5. Assinala o nível da água com uma caneta.
6. Acende uma lamparina e coloca por cima o suporte.
7. Põe o balão a aquecer, em cima do suporte.
8. Descreve o que observas.
9. Interpreta o que aconteceu.



Aquecimento da água corada (líquido)

3 – Aquecimento de Corpos Gasosos (Ar)

Material

- Balão de vidro de fundo plano
- Balão de borracha
- Lamparina de álcool
- Suporte para aquecer o balão
- Tina ou bacia com cubos de gelo

Observar

- O que existe dentro do balão de vidro? (Ar é uma mistura de gases)
- Quando se coloca o balão de borracha no gargalo do balão de vidro há entrada ou saída de ar? Porquê?

Procedimento

1ª parte:

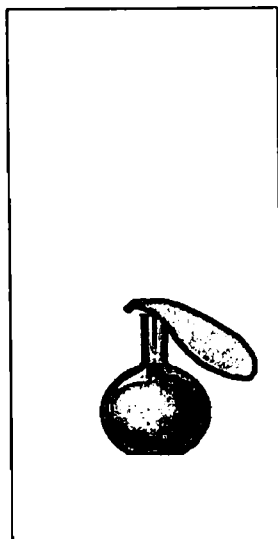
1. Coloca um balão de borracha no gargalo de um balão de vidro.
2. Acende uma lamparina e coloca por cima o suporte.
3. Em cima do suporte põe o balão a aquecer.
4. Que observas?

2ª parte:

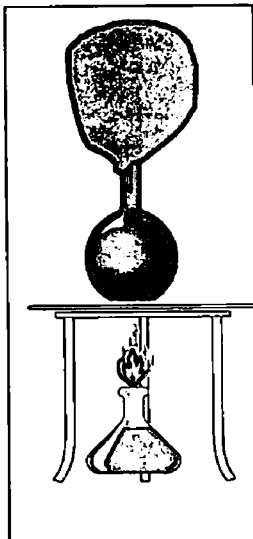
1. Deixa arrefecer à temperatura ambiente.
2. Que observas?

3ª parte:

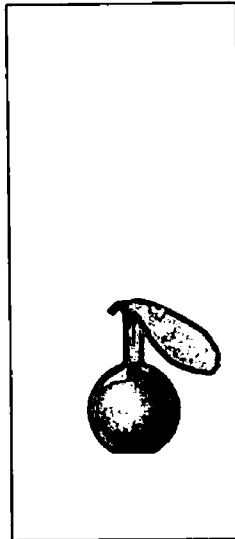
1. Coloca o balão de vidro dentro de uma tina com gelo.
2. Aguarda uns minutos.
3. Que observas?
4. Interpreta os resultados.



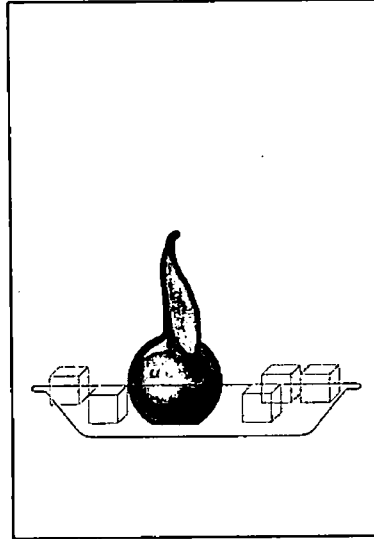
1-Temperatura ambiente



2 – Aquecimento



3 – Arrefecimento



4 – Esfriamento do ar

**ANEXO 4 – Inquérito por Questionário para Avaliação Intermédia (final do 3.º
Ano – 1.ª fase do estudo)**

QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO INTERMÉDIA (FINAL DO 3.º ANO – 1.ª FASE DO ESTUDO)

JÁ SEI PORQUÊ....

Data: 21 de julho de 2001

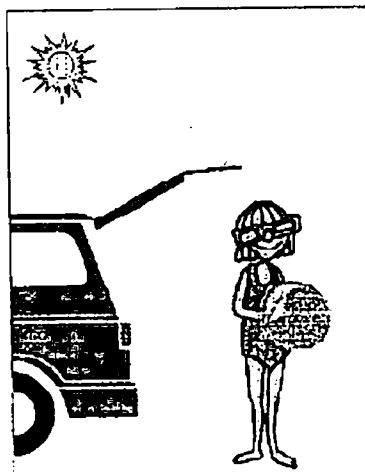
Nome: _____

Lê com muita atenção e explica o que aconteceu nas seguintes situações:

A) Ontem, quando a Ana ia para a praia, deram-lhe um balão cheio de ar. A Ana colocou o balão na bagageira do carro e esqueceu-se dele.

Ao fim da tarde, quando se lembrou do seu balão e foi buscá-lo à bagageira:

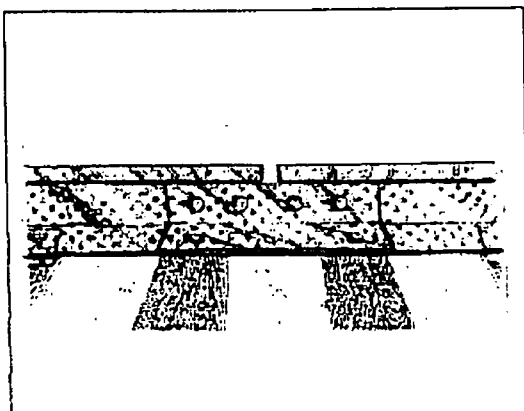
- Mãe, o meu balão está enorme! O que aconteceu?



- Será que consegues explicar à Ana porque é que o balão ficou maior do que estava antes?

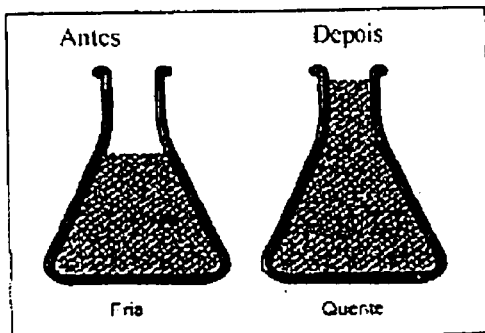
É que como estava muito calor o balão dilatou

B) As linhas do comboio têm intervalos entre os carris. Sabes dizer porquê?



Porque quando está calor as linhas do comboio dilatam.

C) Colocou-se água fria a aquecer.



-Passado algum tempo o que aconteceu?

O que aconteceu foi que a água dilatou.

- Explica porquê?

Porque estava fria e depois ficou quente

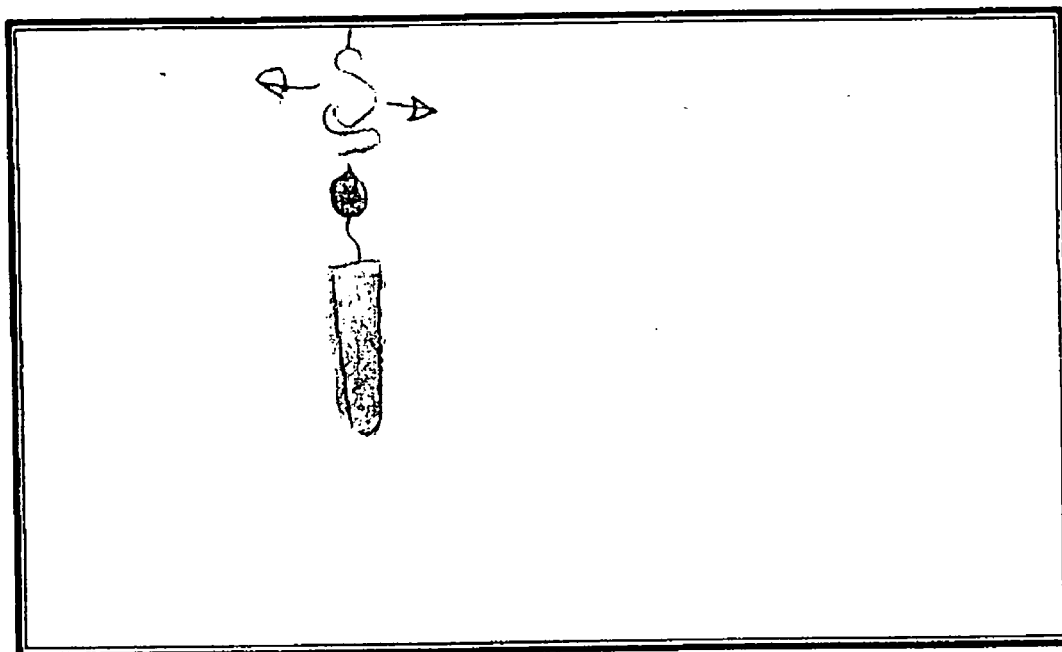
por isso dilatou

D) Observa com muita atenção o que a professora vai fazer.

Explica o que observaste.

O que observei foi uma vela que depois pôs-se a espiral e ele começou a andar à roda.

Faz o desenho:



ANEXO 5 – Questões Colocadas pelos Alunos das duas Turmas – 4º Ano – 2ª fase do estudo

QUESTÕES COLOCADAS PELOS ALUNOS DAS DUAS TURMAS (4.º ANO – 2.ª FASE DO ESTUDO)

O Que Queremos saber?

Questões que os alunos pretendem saber – Turma A

Na aula, depois de uma alusão ao tema da água, feita a área vocabular e a elaboração de um Mapa de Conceitos sobre as concepções alternativas que os alunos tinham acerca da água. De seguida questionaram-se os alunos sobre o que gostariam de saber sobre a água.

Estas são algumas das questões que colocaram, acrescidas das questões k, l, m e n, que servirão para complementar o tema da água, a fim de abranger os conteúdos programáticos do 4º ano.

- a) Para que serve a água?
- b) Como é que a água nasce?
- c) De onde vem a água?
- d) Como vai até ao mar?
- e) O que existe dentro da água?
- f) Onde é que a água acaba?
- g) Como é que se forma o orvalho?
- h) Porque é que os rios têm muitas pedras?
- i) Como se criam/ formam as ondas?
- j) Porque é que a água do mar é salgada?
- k) Se a maior parte da água das nuvens é evaporada dos oceanos, então porque é que a água da chuva não é salgada?
- l) Porque não gela toda a água dos oceanos nos pólos?
- m) Como é que a água chega às fontes?
- n) Como é que essa água pode estar poluída?
- o) Porque é que existe poluição na água?

Questões que os alunos pretendem saber – Turma B

Na aula, depois de uma alusão ao tema da água, feita a área vocabular e a elaboração de um Mapa de Conceitos sobre as concepções alternativas que os alunos tinham acerca da água. De seguida, em trabalho de grupo, questionaram-se os alunos sobre o que gostariam de saber acerca da água. Pretendeu dar-se início a um projecto de investigação sob o tema da “Água” uma vez que esta turma também possui como tema geral: “A água é essencial à vida” comum, aliás, a todas as turmas do 4.º ano desta escola.

Estas são algumas das questões que os grupos colocaram.

Grupo 1 – “Os inteligentes”

- Como existe a água?
- Como é que a água do rio é doce e a do mar é salgada?
- Porque é que a água do Oceano é fria e a do Mediterrâneo é quente?
- Qual é a maior utilidade da água?
- Quantos litros de água há no mundo?
- Qual é o animal aquático mais perigoso em Portugal Continental?
- Qual é o animal aquático que é conhecido como o “mestre da camuflagem”?
- Qual é o peixe que lança o veneno mais mortal?

Para responder a estas questões o grupo pensou poder encontrar as respostas recorrendo a: Internet, Biblioteca, Cd's, Dicionário, Diciopédias, Enciclopédias, Oceanário, Livros antigos, Fazer experiências, Filmes, Jornais e Revistas.

Grupo 2 – “Os espertalhões”

- Porque é que a água é transparente?
- Porque é que as nuvens são brancas?
- Porque é que a água se evapora?
- De onde é que a água nasceu?
- Porque é que a água é mole?
- Porque é que a água congela?
- Porque é que os animais bebem água?

Grupo 3 – “Os Perguntadores”

- A água que evapora vai para onde?
- A água que nós usamos para regar vai para a terra e a seguir de se infiltrar, vai para onde?
- Os tapetes de água correm por baixo da terra. Isto tem alguma coisa a ver com a pergunta anterior?
- Como é que a água das cascatas faz electricidade?
- Se numa piscina pode dar algum choque?

Grupo 4 – “Lampiões”

- Quando se tira água do poço, é suja ou limpa?
- De onde vem a água salgada?
- Como apareceu a água?

- De onde é que vem a água da fonte?
- Porque é que a água vem das montanhas?
- Porque é que os lagos têm água?
- Como é que a água é limpa?
- As águas das barragens de onde vêm?

Para responder a estas questões o grupo pensou poder encontrar as respostas recorrendo a: Internet, Centro de Recursos, Cd's e Enciclopédias.

Grupo 5 – “Os Sabichões”

- Como é que a água se faz?
- Porque é que a água do mar tem ondas?
- Porque é que a água do mar tem sal?
- Porque é que a água do mar é fria?
- Porque é que a água do rio é doce e menos poluída do que a do mar?
- Porque é que nós lavamos os dentes com água doce e não salgada?
- Porque é que as baleias não vivem na água doce?

Para responder a estas questões o grupo pensou poder encontrar as respostas recorrendo a: Internet, Dicionário, Fazer uma entrevista, Biblioteca, Jornal e TV, Revistas, Livraria e Centro comercial

ANEXO 6 – Actividade Experimental de Simulação do Ciclo da Água (4º Ano)

ACTIVIDADE EXPERIMENTAL DE SIMULAÇÃO DO CICLO DA ÁGUA (4.º ANO)

Exp. 6 – COMO PODE A ÁGUA QUE ESTÁ EM GELO, FORMAR NUVENS E VOLTAR A FICAR NOVAMENTE EM GELO?

Objectivos:

- *Reconhecer e observar fenómenos: de fusão, de condensação, de precipitação e de solidificação;*
- *Realizar experiências que representem fenómenos: de fusão, de condensação, de precipitação e de solidificação;*
- *Utilizar termómetros;*
- *Registar as leituras efectuadas em tabelas;*
- *Prever o que acontecerá à água quando se evapora.*
- *Prever o caminho que a água segue.*
- *Descrever registando as ocorrências verificadas.*
- *Interpretar os resultados observados e registados;*
- *Elaborar gráficos com os dados obtidos.*

Palavras-chave:

- Temperatura
- Termómetro
- Evaporação
- Fusão
- Ebulição
- Vapor
- Condensação
- Precipitação
- Solidificação

Material:

- *Kitasato; (com rolha furada);*
- *2 frascos de vidro/ gobelés (A e B);*
- *1 tubo de ensaio;*
- *1 termómetro (A) de – 20 a 150 °C*
- *1 termómetro (B) de – 20 a 50 °C*
- *Etiquetas*
- *Relógio*
- *1 lamparina de álcool e fósforos*
- *2 suportes universais*
- *1 tubo de borracha*
- *Placa térmica (saída do congelador)*
- *Cubos de gelo – picado (2 cuvetes)*
- *2 colheres (sopa) de sal de cozinha*

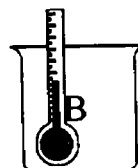
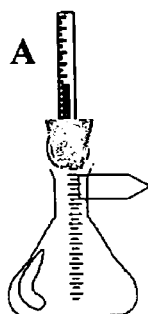


Observar:

- Identifica no termómetro o reservatório e a escala.
- Qual é o valor da menor divisão?
- Qual é o valor mais elevado e mais baixo que o termómetro permite ler?

Procedimento da 1.ª parte:

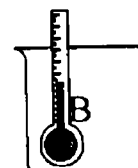
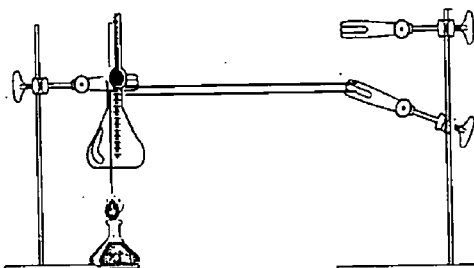
1. Colocar as etiquetas (A, B) nos *gobelés*, e nos termómetros: termómetro (A) de -20 a 150 $^{\circ}\text{C}$ e o termómetro (B) de -20 a 50 $^{\circ}\text{C}$.
2. Colocar aproximadamente dois terços do gelo picado, no *gobelé* B.
3. Colocar aproximadamente uma terça parte do gelo picado, de uma cuvette, no *Kitasato*.
4. Prever o que vai acontecer aos termómetros que vão ser introduzidos no *gobelé* B e no no *Kitasato*.
5. Introduzir o termómetro B no *gobelé* B de modo a que o reservatório fique em contacto com o gelo.
6. Introduzir o termómetro A na rolha e colocar no *Kitasato*, de modo que a escala fique visível acima do zero.
7. Ler a temperatura de 3 em 3 minutos, em cada uma das montagens.
8. Colocar a lamparina acesa por baixo do *Kitasato*.



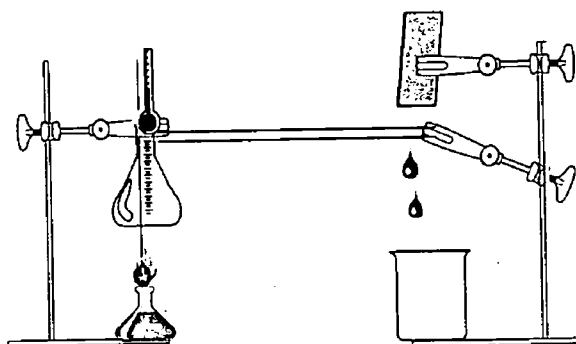
1.ª parte – Registo da variação da temperatura com o tempo			
Termómetro A (no Kitasato)		Termómetro B (no gobelé)	
Tempo (em minutos)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Tempo (em minutos)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)

Enquanto se faz a leitura dos termómetros

- Fazer os desenhos das montagens;
- Observar o que vai acontecendo ao gelo em B;
- Anotar (min.) quando começa a sair muito vapor do *Kitasato*;



- Colocar a placa térmica inclinada, por cima do vapor.
- Colocar por baixo da parte mais baixa da placa térmica o outro *gobelé* A ajustando-a de modo a que o líquido escorra para dentro do *gobelé*.
- Registar o que se observa.
- Apagar a lamparina quando tiver uma pequena porção de água no *gobelé* A (1 a 2 cm de altura).



Procedimento da 2.ª parte:

1. Colocar o gelo picado (da segunda *cuvete*) num *gobelé*. Verificar a temperatura.
2. Misturar as 2 colheres de sal no gelo. Voltar a medir a temperatura (ver qual o valor mínimo atingido).
3. Introduzir o outro termómetro no *gobelé* com água (A) e registar a temperatura.
4. Verter essa água obtida para o tubo de ensaio.
5. Introduzir o tubo de ensaio, com o termómetro, dentro do *gobelé* com gelo e sal, de modo a ficar o mais possível envolvido pela mistura.
6. Prever o que vai acontecer.
7. Fazer leituras de 2 em 2 minutos e registar no quadro.
8. Descrever o que aconteceu no tubo de ensaio dentro do *gobelé* com gelo e sal.

2º parte – Registo da variação da temperatura com o tempo			
Registos para o <i>gobelé</i> com gelo (+ sal)		Registos para o tubo de ensaio	
Tempo (em minutos)	Temperatura (°C)	Tempo (em minutos)	Temperatura (°C)

Com os dados obtidos constrói, numa folha quadriculada, um gráfico para cada uma das experiências;

Interpretação

Conversa em grupo com os teus colegas e regista o que o grupo pensa sobre:

- os resultados das experiências e o que parece ser necessário para que a água líquida se transforme em vapor passando para a atmosfera?
- o que será necessário para que, nas camadas altas da atmosfera, o vapor se condense passando para água líquida e depois sólida?
- como se pode comparar com o que se passa na Natureza?

ANEXO 7: Actividade Experimental de Destilação (4.º Ano)

ACTIVIDADE EXPERIMENTAL DE DESTILAÇÃO (4.º ANO)

Exp. 11 – COMO PODEMOS LIMPAR A ÁGUA DE SUBSTÂNCIAS QUE ESTÃO DISSOLVIDAS?

Tema:

- *Destilação*

Objectivos:

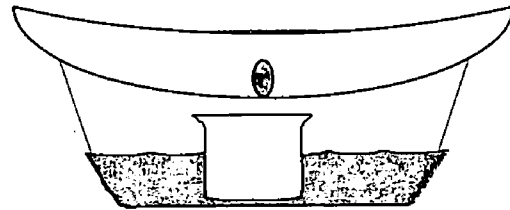
- Realizar experimentalmente a separação da água de substâncias nela dissolvidas.
- Prever o que acontecerá à água e às substâncias que estão dissolvidas.
- Com base no conhecimento anterior planejar uma forma de separar a água do corante ou a água do sal ou a água do refresco em pó.
- Testar experimentalmente as propostas dos alunos (se possível).
- Verificar experimentalmente a separação do sal da água, através da evaporação/condensação.
- Verificar experimentalmente a destilação da água com corante.
- Elaborar registos de observação.
- Interpretar os resultados observados e registados.
- Inferir a partir do observado para o que ocorre na natureza em situações do dia-a-dia
- Concluir acerca da importância dos processos estudados

Palavras-chave:

- Destilação
- Evaporação
- Condensação
- Ebulição

Material para a 1.ª parte:

- As misturas efectuadas na actividade anterior (*água + sal; água + corante*)
- 2 tinas
- 2 etiquetas
- Película aderente
- Dois recipientes pequenos (*gobelés*)
- Duas pedras pequenas



Procedimento

1. Escreve nas etiquetas: **A = água + sal** e escreve **B = água + corante**
2. Cola cada uma das etiquetas em cada uma das tinas.
3. Com muito cuidado verter o líquido da mistura de cada um dos frascos para cada uma das tinas que lhe corresponde.
4. Colocar o recipiente (*gobelé*) no meio da tina.
5. Cobrir com a película aderente de modo a ficar um pouco folgada para dentro.
6. Adere bem dos lados para que nenhuma água se evapore para o exterior da tina.

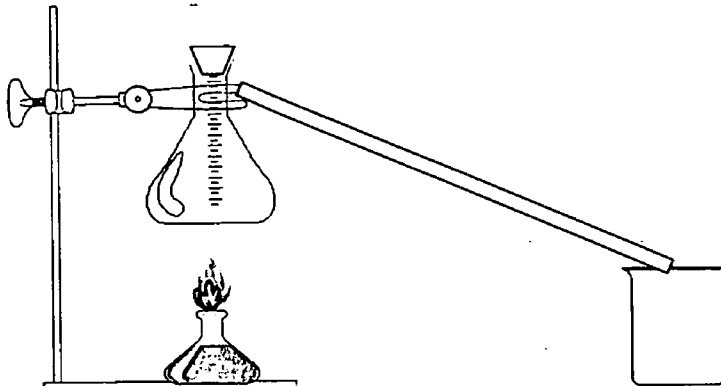
7. Coloca a pedra em cima da película, no meio da tina, de modo a baixar a película sem tocar no *gobelé*.
8. Colocar as duas tinas ao sol.
9. Observa regularmente (3 em 3 dias) e regista o que vai acontecendo.

Com esta actividade pretendemos separar os componentes sólidos dissolvidos na água e obter água pura através da evaporação. No entanto este é um processo que demora muito tempo e será muito difícil de se obter uma quantidade de água considerável.

- ♦ E se em vez de utilizarmos a **evaporação** nós utilizássemos a **ebulição** o processo seria bem mais rápido, não é?
- ♦ Então como acham que o poderemos fazer?
- ♦ E de que materiais precisaríamos?

Material para a 2.ª parte:

- A mistura efectuada na actividade anterior (água + refresco em pó)
- 1 *Kitasato*;
- 1 Rolha para tapar o *Kitasato*;
- 1 Tubo de borracha;
- 1 Suporte universal;
- 1 Garra;
- 1 Lamparina com álcool;
- Fósforos;
- 1 *Gobelé*;



Procedimento

1. Colocar o tubo de borracha na tubuladura do *Kitasato*.
2. Deitar a mistura, da água com o refresco em pó, no *Kitasato*.
3. Colocar a garra no suporte e o *Kitasato* na garra.
4. Direcção o tubo de borracha para dentro do *gobelé*.
5. Acender a lamparina e colocá-la por baixo do *Kitasato*.
6. Esperar alguns minutos, observar e registar o que vai acontecendo.

Inferir/ concluir

- ◆ No caso da água + areia através da **decantação** conseguimos separar os componentes sólidos depositados (areia) dos componentes líquidos (água) de uma mistura ou separar líquidos de diferentes densidades (Água + azeite).
- ◆ Para tirarmos as impurezas da água que se encontram em suspensão (água + farinha) utilizámos a **filtração** para separar os pedacinhos sólidos dos líquidos.
- ◆ A **evaporação** permitiu-nos separar o líquido (água) dos sólidos (sal, açúcar) dissolvidos, de uma mistura, mas com perda do líquido.
- ◆ A **destilação** é o processo de separação de substâncias dissolvidas em líquidos recorrendo à ebulição seguida de condensação.

ANEXO 8 – Inquérito por Questionário para a Avaliação Final (4.º Ano)

QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO FINAL (4.º ANO)

JÁ SEI PORQUÊ...

Data: _____ Idade: _____

Nome: _____

Lê com muita atenção e responde ao que te é pedido.

1 – Assinala com um (X) a resposta certa.

Quando aquecemos um corpo sólido, líquido ou gasoso sem que haja mudança de estado este:

- ☐ – diminui a temperatura;
- ☐ – contrai-se;
- ☐ – dilata ou expande-se;
- ☐ – não se altera;

2 – Dez plantas foram plantadas num solo de areia e outras dez foram plantadas num solo de argila. Os dois grupos de plantas foram mantidos à temperatura ambiente, com a mesma quantidade de água e colocados numa sala com Sol.

Assinala com um (X) a resposta certa.

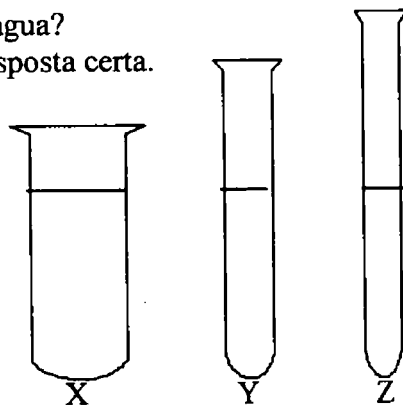
Esta experiência pretende comprovar o efeito:

- ☐ – da temperatura no crescimento das plantas;
- ☐ – de diferentes solos no crescimento das plantas;
- ☐ – da luz do sol no crescimento das plantas;
- ☐ – da água no crescimento das plantas;

3 – Três tubos estão com água até ao mesmo nível como se pode ver na figura.

Qual dos tubos tem mais água?

Assinala com um (X) a resposta certa.



- ☐ – Tubo Z.
- ☐ – Tubo Y.
- ☐ – Tubo X.
- ☐ – Todos os tubos têm a mesma quantidade de água.

4 – Relaciona os números da coluna A com as frases da coluna B. Coloca o número no rectângulo que lhe corresponde:

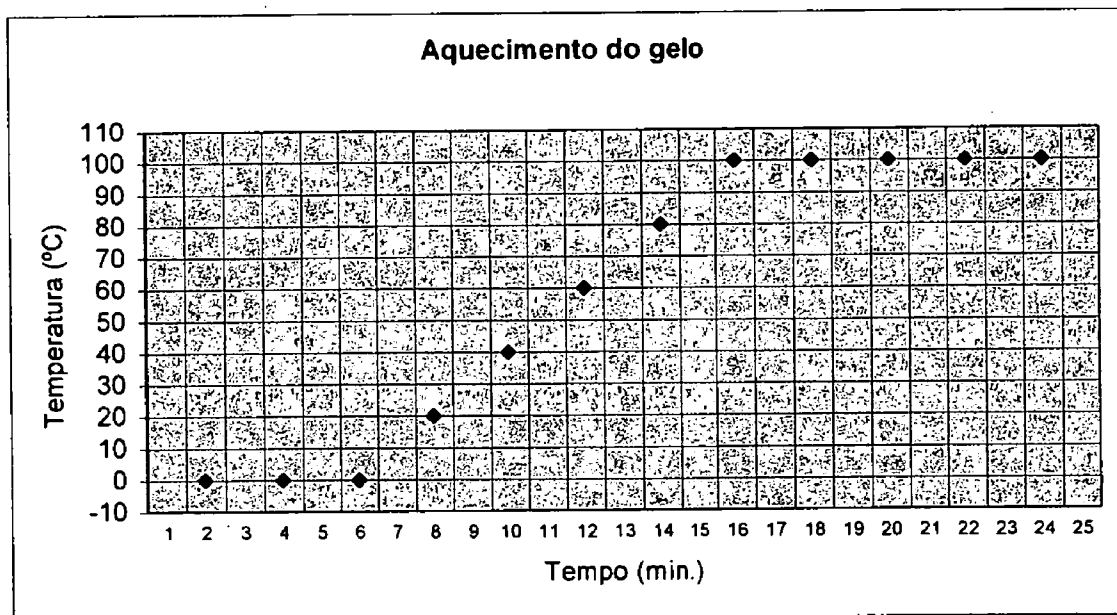
Coluna A

Coluna B

1- Infiltração	- Processo de circulação de água na superfície da Terra.
2- Lençol freático	- Passagem da água do estado líquido ao estado gasoso.
3- Ciclo da água	- Ocorre quando a água se liberta das nuvens quer no estado líquido , quer no estado sólido.
4- Precipitação	- Passagem da água do estado gasoso ao estado líquido.
5- Evaporação	- Camada de água subterrânea.
6-Condensação	- Processo pelo qual a água da chuva passa através do solo e atinge os lençóis freáticos.

5 – Diz como é que o sal pode ser recuperado depois de ter sido dissolvido em água?

6 – Numa das experiências que fizemos aquecemos gelo picado num *Kitasato*. A temperatura foi registada de dois em dois minutos e foi feito um gráfico com os registos:



Observa o gráfico e a partir dele diz como variou a temperatura durante o tempo da experiência.

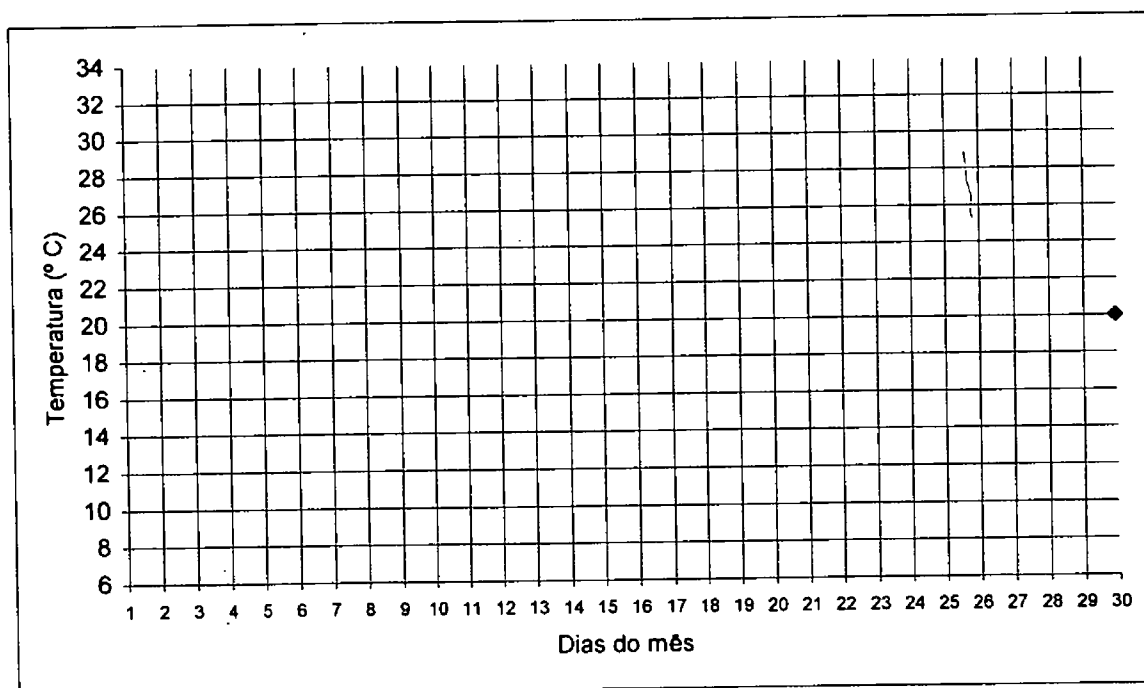
7 – Ordena as frases por forma a descrever correctamente o Ciclo da Água.

- 1 – O rio leva a água das chuvas para o mar.
- 2 – A água das nuvens precipita-se sob a forma de chuva, neve ou granizo.
- 3 – As nuvens encontram uma camada fria da atmosfera.
- 4 – O Sol faz evaporar alguma da água e formam-se nuvens.

8 – Durante o mês de Novembro, na sala registaram-se as seguintes temperaturas:

Dias	5	6	7	8	9	12	13	14	15	16	19	20	21	22	23	26	27	28	29	30
Temperatura	24	22	26	22	18	22	22	22	22	22	12	20	24	20	22	19	17	17	20	20

a) Com estes valores elabora um gráfico:



b) Em que dia ou dias se registou temperatura mais elevada?


c) Segundo o gráfico qual foi o dia mais frio do mês?




















d) Durante este mês quantos dias é que a temperatura esteve entre os 18°C e os 24°C ?

9 – Quando realizaste a actividade experimental em que colocaste 100 ml de água num prato, num copo e numa garrafa destapada, verificaste que a água do prato “desapareceu” mais rapidamente do que a água que estava no copo e na garrafa.

a) Explica porquê e não te esqueças de dizer para onde foi a água.

b) Relativamente a essa actividade um aluno fez uma tabela em que registou o número de dias que a água demorou para se evaporar em cada um dos recipientes.

Cada  representa 5 dias

<i>Água do copo</i>	      
<i>Água do prato</i>	
<i>Água da garrafa</i>	          

Quantos dias demorou a água a evaporar-se em cada um dos recipientes?

No **Copo** demorou ____ dias;

No **Prato** demorou ____ dias;

Na **Garrafa** demorou ____ dias;

c) Segundo esta tabela, qual foi o recipiente que demorou mais tempo a deixar evaporar a água? Porquê?

d) Quantos dias a mais demorou a garrafa a deixar evaporar a água relativamente ao copo?

10 – O quadro seguinte indica algumas leituras da temperatura feitas numa semana de aulas a horas diferentes. Serve-te do quadro para responderes às questões:

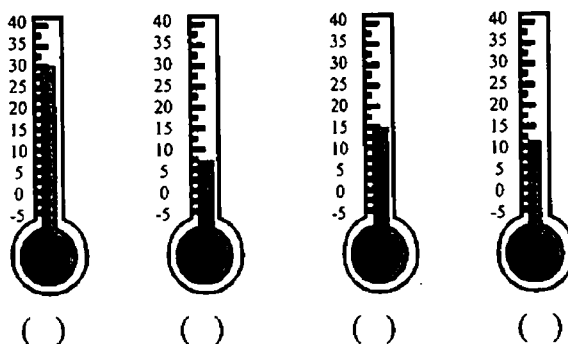
	9 horas	12 horas	16 horas
<i>Segunda-feira</i>	16° C	18° C	22° C
<i>Terça-feira</i>	14° C	17° C	16° C
<i>Quarta-feira</i>	12° C	13° C	9° C
<i>Quinta-feira</i>	13° C	15° C	18° C
<i>Sexta-feira</i>	8° C	13° C	16° C

Assinala com um (X) a resposta certa em cada uma das alíneas:

a) Quando é que se registou a temperatura mais alta?

- () – Quinta-feira às 16 horas.
- () – Sexta-feira às 9 horas.
- () – Segunda-feira às 16 horas.
- () – Quarta-feira às 12 horas.

b) Qual destes termómetros indica a temperatura às 12 horas de Quinta-feira?



c) Houve um dia em que a temperatura desceu rapidamente. Quando é que isso aconteceu?

- () – Quarta-feira à tarde.
- () – Terça-feira de manhã.
- () – Segunda-feira à tarde.
- () – Quinta-feira de manhã.

d) Quantos foram os dias em que esteve mais frio às 16 horas do que às 12 horas.

- () – Nenhum.
- () – Um.
- () – Dois.
- () – Três.

ANEXO 9 – Critérios de Classificação do Questionário Final de Avaliação de Competências (4.º Ano)

CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO DO
QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO FINAL DAS COMPETÊNCIAS DOS ALUNOS

As respostas dos alunos foram classificadas através dos códigos que corresponderam a diferenciados níveis de desempenho.

Os erros de caligrafia ou linguísticos não foram considerados na atribuição da codificação a não ser que inviabilizasse a total compreensão da resposta.

Nos itens de escolha múltipla foi atribuído *Código 0* nas respostas que, além da opção correcta foi assinalada outra ou outras opções.

Foi atribuído *Código X* nos casos em que o aluno(a) não respondeu à questão.⁴⁸

CrITÉrios de Classificação

Item 1

Código 1 – Resposta correcta: dilata ou expande-se.

Código 0 – Qualquer resposta incorrecta.

Item 2

Código 1 – Resposta correcta: de diferentes solos no crescimento das plantas.

Código 0 – Qualquer resposta incorrecta.

Item 3

Código 1 – Resposta correcta: Tubo X.

Código 0 – Qualquer resposta incorrecta.

Item 4

Código 3 – Resposta correcta: Correspondência correcta – 3, 5, 4, 6, 2 e 1 ou tem correspondência correcta em 5 frases

Código 2 – Tem correspondência correcta em 3 ou 4 frases.

Código 1 – Tem correspondência correcta em 1 ou 2 frases.

Código 0 – Todas as correspondências estão incorrectas.

⁴⁸ Na contagem final das cotações decidimos atribuir cotação 0 aos alunos que não responderam (X), porque o número de alunos que não respondeu aos itens foi muito reduzido.

Item 5

Código 3 – Resposta correcta: Explica correctamente referindo um ou mais processos de utilizar a evaporação ou vaporização da água e que é possível obter novamente sal.

Código 2 – Refere um processo de evaporar ou vaporizar a água, explicando-o de forma incompleta (referem o aquecimento).

Código 1 – Enuncia um ou mais processos incorrectos e refere a evaporação ou vaporização da água.

Código 0 – Qualquer resposta incorrecta.

Item 6

Código 4 – Resposta correcta: Interpreta, explicitando correctamente, a variação da temperatura ao longo do tempo em que decorre a experiência. Dos 2 aos 6 minutos a temperatura não varia, permanece nos 0 °C; depois a temperatura sobe até aos 100 °C; a temperatura não varia entre os 16 e os 24 minutos, permanecendo nos 100 °C. (Leitura global)

Código 3 – Responde à questão, referindo que a temperatura se manteve, subiu e se manteve sem referir os intervalos de tempo ou leitura correcta mas ponto a ponto.

Código 2 – Refere a subida da temperatura entre os 0 °C e os 100° C.

Código 1 – Refere a constância ou a subida da temperatura. Refere a temperatura mas utiliza outra unidade qualquer como unidade de medida da temperatura.

Código 0 – Qualquer resposta incorrecta. Refere a temperatura máxima e mínima mas utiliza outra unidade qualquer como unidade de medida da temperatura.

Item 7

Código 2 – Resposta correcta: As frases colocadas por qualquer das seguintes ordens: 4,3,2,1; 1,4,3,2; 2,1,4,3; 3,2,1,4.

Código 1 – Resposta incompleta faltando uma frase.

Código 0 – Qualquer resposta incorrecta.

Item 8 - a)

Código 5 – Resposta correcta: Elabora correctamente o gráfico de pontos.

Ou revela ter compreendido perfeitamente a elaboração de gráficos de pontos podendo omitir o registo de uma temperatura, ter registado uma temperatura a mais ou ter errado apenas um registo.

Código 4 – Elabora o gráfico revelando ter compreendido a elaboração de gráficos de pontos e apresenta apenas um erro de percurso*.

Código 3 – Elabora o gráfico revelando ter compreendido a elaboração de gráficos de barras ou pontos e apresenta vários erros de percurso*.

Elabora o gráfico podendo ter erros de percurso mas assinala bem os dias em que se registou a temperatura.

Ou efectua o gráfico com os dias correspondentes às temperaturas da tabela mas através de barras contínuas desde o eixo das temperaturas;

Ou efectua o gráfico com as temperaturas correctas mas os dias correspondentes são assinalados através de tracejado desde o eixo das temperaturas interceptando com o eixo dos dias;

Código 2 – Elabora o gráfico podendo ter alguns erros de percurso, assinalando os dias em que se registou a temperatura, podendo ter trocado um dia.

Ou há evidência de ter compreendido a tabela com os dados mas elabora parcialmente o gráfico ignorando uma parte dos dados podendo ter ou não erros de percurso.

Código 1 – Elabora o gráfico com dificuldades e revela não perceber grande parte da sua representação, apresentando, contudo, pelo menos quatro registos correctos.

Código 0 – Qualquer resposta incorrecta.

*Consideraram-se **erros de percurso** quando:

- o aluno registou mal uma temperatura assinalando-a num ponto a cima ou num ponto abaixo, isto é $+ 2^{\circ}\text{C}$ ou $- 2^{\circ}\text{C}$;
- ou registou a temperatura no dia anterior ou no dia seguinte;
- ou o aluno ignorou uma temperatura;
- ou ignorou um dia (em qualquer dos casos, desde que não seja revelador da sua incapacidade de elaborar o gráfico).

Item 8 - b)

Código 2 – Foi o dia 7 (de Novembro).

Código 1 – 7.

Código 0 – Qualquer resposta incorrecta.

Item 8 - c)

Código 2 – O dia mais frio foi o dia 19; Foi o dia 19 (de Novembro).

Código 1 – 19

Código 0 – Qualquer resposta incorrecta.

Item 8 - d)

Código 2 – Turma A⁴⁹: Responde 13 dias ou 16 dias ou especifica os 13 ou 16 dias, podendo omitir um dia em qualquer dos casos. (13 ou 16 conforme consideraram 18° e 24° C exclusive ou inclusive).

Código 2 – Turma B: Responde 8 dias ou 10 dias ou especifica os 8 ou 10 dias, podendo omitir um dia em qualquer dos casos. (8 ou 10 conforme consideraram 18° e 24° C exclusive ou inclusive).

Código 1 – Turma A: Responde qualquer número entre 12 e 17 dias. Ou acerta especificando pelo menos 10 dias em que a temperatura esteve entre 18° e 24° C inclusive ou exclusive, sem errar nenhum dos dias.

Código 1 – Turma B: Responde qualquer número entre 7 e 11 dias. Ou acerta especificando pelo menos 5 dias em que a temperatura esteve entre 18° e 24° C inclusive ou exclusive, sem errar nenhum dos dias.

Código 0 – Qualquer resposta incorrecta.

Item 9 - a)

Código 4 – Resposta correcta: Ex.: A água do prato evaporou-se mais rapidamente uma vez que o prato tem, uma maior superfície de contacto com o ar. A água foi para o ar, para a atmosfera.

Código 3 – Resposta semelhante à anterior referindo o porquê mas sem utilizar o conceito *evaporação*.

Código 2 – Resposta semelhante às anteriores mas não refere para onde foi a água.

Código 1 – Refere apenas para onde foi a água. Ex.: A água evaporou-se e foi para o ar.

Código 0 – Qualquer resposta incorrecta.

Item 9 - b)

Código 2 – Resposta correcta: Copo = 35 dias; Prato = 5 dias; Garrafa = 60 dias;

Código 1 – Se errar apenas um valor indiferentemente de se tratar do prato, da garrafa ou do copo.

Código 0 – Qualquer resposta incorrecta.

⁴⁹ Os registos das temperaturas foram efectuados em cada uma das salas (turma A e turma B) durante o mês de Novembro.

Item 9 - c)



Código 2 – Resposta correcta: Ex.: A garrafa porque como tem uma abertura muito estreita, a superfície de contacto com o ar é menor, por isso a água demora mais tempo a evaporar.

Código 1 – Refere que foi a garrafa e justifica mal ou não justifica. Ou justifica bem sem referir a garrafa.

Código 0 – Qualquer resposta incorrecta.

Item 9 - d)

Código 2 – Resposta correcta: 25 dias ou .

Código 1 – Resposta 20 ou 30 dias ou  ou .

Código 0 – Qualquer resposta incorrecta.

Item 10 - a)

Código 1 – Resposta correcta: Segunda-feira às 16 horas.

Código 0 – qualquer resposta incorrecta.

Item 10 - b)

Código 1 – Resposta correcta: Termómetro que assinala 15° C (3.º termómetro).

Código 0 – qualquer resposta incorrecta.

Item 10 - c)

Código 1 – Resposta correcta: Quarta-feira à tarde.

Código 0 – qualquer resposta incorrecta.

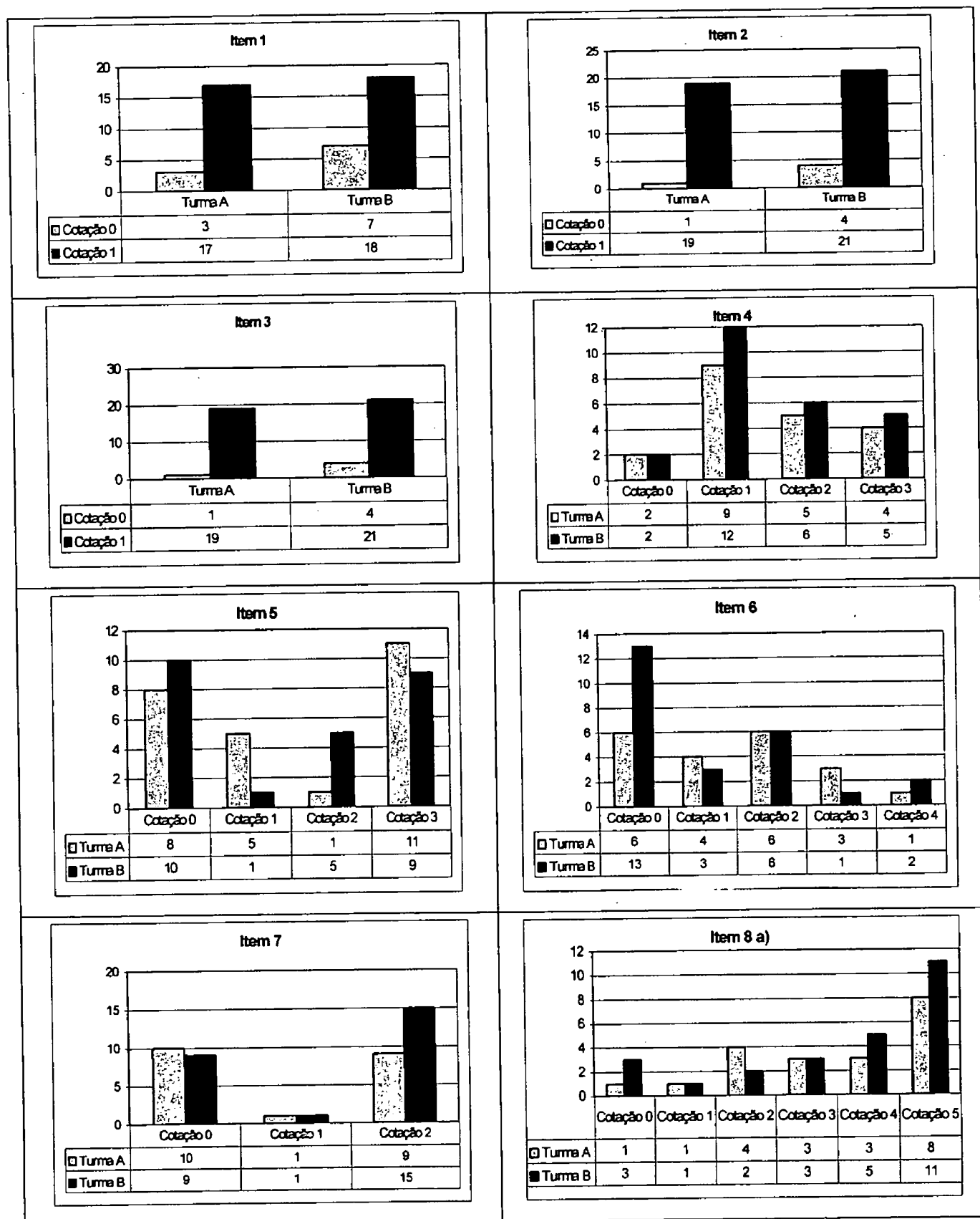
Item 10 - d)

Código 1 – Resposta correcta: Dois.

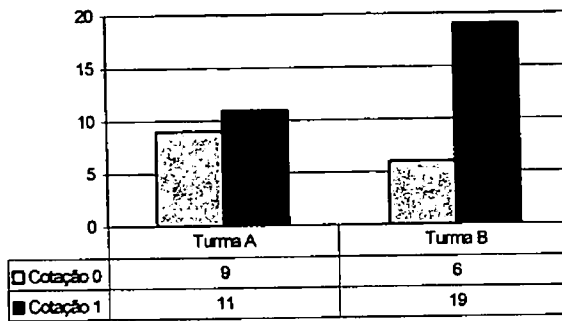
Código 0 – qualquer resposta incorrecta.

ANEXO 10 – Resultados dos Itens do Questionário Final – Avaliação de Competências

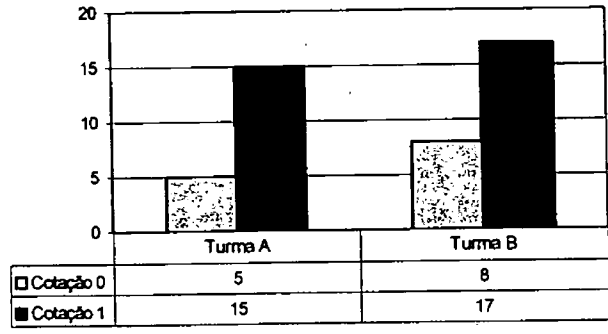
RESULTADOS DOS ITENS DO QUESTIONÁRIO FINAL – AVALIAÇÃO DE COMPETÊNCIAS



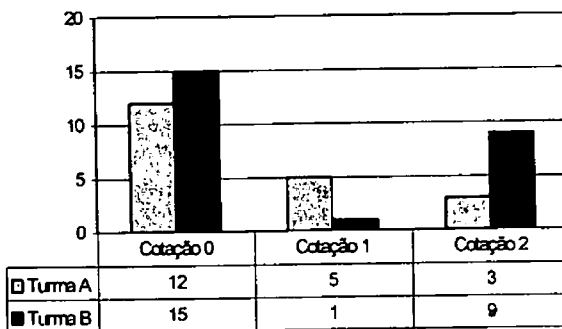
Item 8 b)



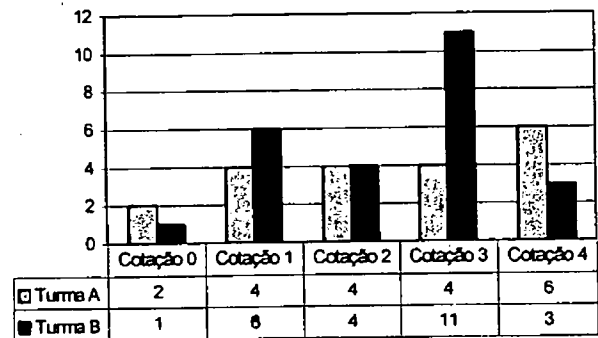
Item 8 c)



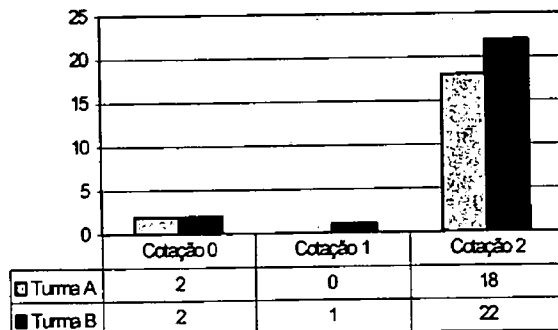
Item 8 d)



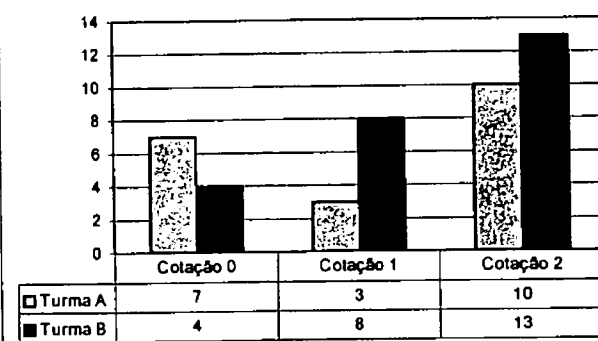
Item 9 a)



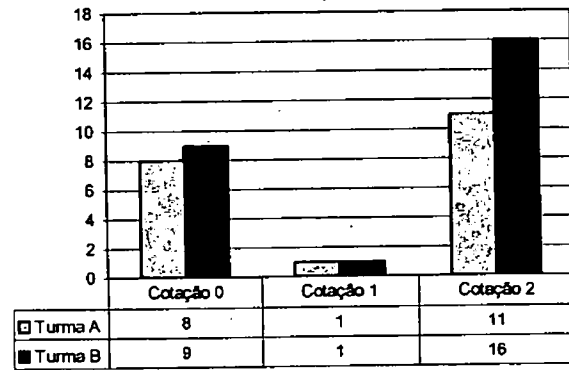
Item 9 b)



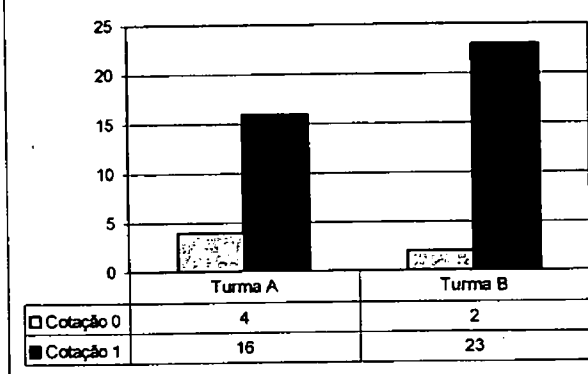
Item 9 c)

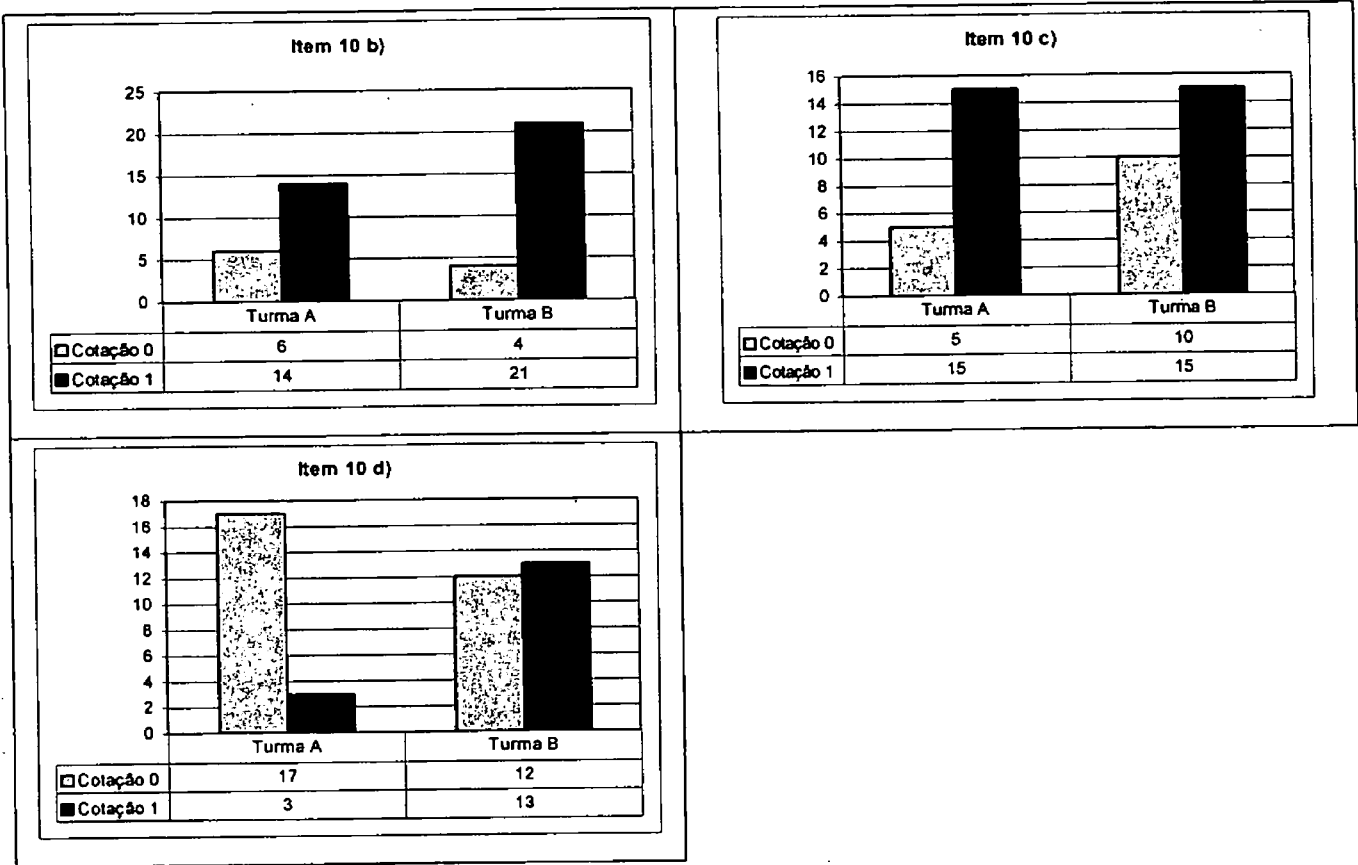


Item 9 d)



Item 10 a)





GUIÃO DA ENTREVISTA FINAL

Guião de Entrevista II – Avaliação do trabalho desenvolvido na turma**Objectivos:**

- ◆ Recolher informação sobre a contribuição efectiva das actividades experimentais, para o desenvolvimento de competências específicas das ciências e para o desenvolvimento de competências globais dos alunos.
- ◆ Identificar as competências desenvolvidas através das actividades experimentais implementadas no 3.º e 4.º ano.
- ◆ Averiguar o ponto de vista do professor, sobre a contribuição das actividades experimentais na aquisição de conhecimentos, por parte dos alunos, bem como numa efectiva aprendizagem significativa.
- ◆ Recolher informação sobre a adequação das metodologias utilizadas.
- ◆ Avaliar os aspectos positivos e negativos das estratégias utilizadas, dificuldades sentidas, aspectos a melhorar.

BLOCOS	OBJECTIVOS ESPECÍFICOS	PARA UM FORMULÁRIO DE QUESTÕES	OBSERVAÇÕES
I. Legitimação da entrevista e motivação do entrevistado	1. Legitimar a entrevista e motivar o entrevistado	e) Informar sobre o tema e os objectivos gerais da entrevista face ao trabalho desenvolvido; f) Solicitar a colaboração do entrevistado explicitando a necessidade de efectuar uma avaliação do trabalho desenvolvido na turma; g) Assegurar o anonimato das opiniões; h) Garantir informação sobre o resultado da investigação;	Pedir autorização para gravar a entrevista.
II. Apreciação sobre as actividades realizadas	1. Obter uma apreciação global das actividades realizadas. 2. Averiguar, sob o ponto de vista do professor, se houve mudança conceptual nos seus alunos e se considera ter havido uma aprendizagem significativa. 3. Identificar os aspectos positivos e/ou negativos das	h) Solicitar ao professor que faça uma apreciação global da experiência realizada ao longo deste(s) (dois) ano(s) lectivo(s); i) Questionar o professor, até que ponto esta experiência contribuiu para o seu enriquecimento profissional; j) Solicitar que faça uma apreciação relativamente ao entusiasmo, interesse e gosto de aprender manifestados pelos alunos;	Aspectos positivos e/ou negativos. Adequação da metodologia, das estratégias, do tempo.

	actividades desenvolvidas	<p>k) Pedir ao professor que refira as dificuldades com que se deparou na implementação das actividades experimentais na sua turma;</p> <p>l) Questionar sobre as alterações que faria para que as actividades experimentais resultassem melhor;</p>	Metodologias Contextualizaçã o
III. Carácter transversal das actividades realizadas	1. Verificar se a transversalidade foi exequível através das actividades realizadas.	a) Questionar o professor de que forma procurou articular/integrar as actividades experimentais realizadas com as actividades de outras áreas;	Solicitar exemplos em que tivesse ocorrido transversalidade
IV. Desenvolvimento de competências pelos alunos: - Específicas das ciências - Gerais	<p>1. Averiguar as competências desenvolvidas com as actividades realizadas.</p> <p>2. Identificar, na opinião do entrevistado, que competências gerais foram desenvolvidas através das actividades.</p>	<p>c) Solicitar ao professor que fale sobre a aprendizagem dos alunos relativamente aos conceitos trabalhados;</p> <p>d) Numa perspectiva pessoal, questionar que competências específicas das ciências lhe parecem ter sido desenvolvidas com as actividades experimentais realizadas;</p> <p>e) Questionar, para além destas, que outras actividades podem ter contribuído para o desenvolvimento de competências específicas das ciências;</p> <p>f) Questionar o professor se considera ter havido contribuição destas actividades para o desenvolvimento de competências específicas de outras áreas curriculares;</p> <p>g) Questionar se, na opinião do professor, estas actividades podem ter contribuído para o desenvolvimento de competências gerais. Solicitar que explicita.</p>	<p>Mudança conceptual. Aprendizagem significativa.</p> <p>Referir: -Competências específicas das ciências; - Exemplificar sempre que possível com as actividades realizadas;</p> <p>-Competências gerais (pedir que exemplifique referindo quais e de que forma)</p>

Anexos

V. Agradecimentos	1. Agradecer a colaboração	Agradecer a preciosa colaboração ao longo do estudo, fazendo votos para que tenha contribuído de forma positiva numa caminhada de uma constante aprendizagem para nós professores e para os alunos.	
----------------------	-------------------------------	---	--

ANEXO 12 – Ejemplos de Fichas de Registro de Actividade

EXEMPLO DE REGISTO DE ACTIVIDADE (DESTILAÇÃO)

Folha de Registo de Experiência

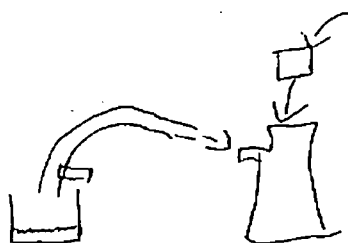
1º Ciclo

EXPERIÊNCIA: a que se dá TEMA: Destilação

Pergunta de Partida:

Será que através da destilação conseguiremos limpar a água (remover) de substâncias que estão dissolvidas?Material: mistura de água + anilina, Kitato de uma rolha com 1 suporte 1 tubo de borracha, 1 garrafa 1 bacia para receber o líquido.

O que penso que vai acontecer (previsão):

Eu acho que a água vai ficar limpa no góbel.Como fiz: deitamos anilina e água a misturar, e pusemos o tubo.O que observei: recuperamos água no góbel.
e a água não se vê.

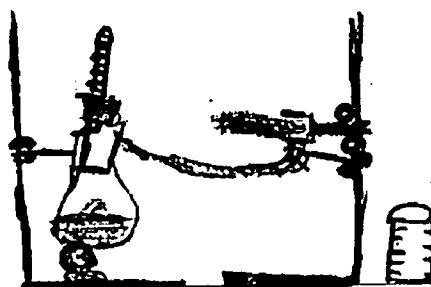
Explico o que aconteceu:

O que aconteceu foi que a água é agora pura com destilação.Data: 28/11/2004 Nome: _____Idade: 9

EXEMPLO DE REGISTO DE ACTIVIDADE (SIMULAÇÃO DO CICLO DA ÁGUA)

Folha de Registo de Experiência

1º Ciclo

EXPERIÊNCIA: o ciclo da água TEMA: a águaPergunta de Partida: Como pode a água que está
sem gelo, tornar-se novamente e voltar a
ficar novamente sem gelo?Material: Kitasato (com água purada), 2 frascos de vidro (goblet
A e B), 1 tubo de ensaio, 1 termómetro (A) de -20°C a 150°C, 1 ter-
mómetro (B) de -20°C a 50°C, 21 gotas, 1 lamparina e
O que penso que vai acontecer (previsão) a temperatura verificada nos termómetros:Termómetro A: digo que o gelo está a derreter.Termómetro B: Acho que vai ficar a mesma temperatura.Como se fez: Deleamos gelo
no Kitasato e no goblet.

O que observei:

1.ª parte			
Termómetro A (no Kitasato)		Termómetro B (no Goblet)	
Tempo (em minutos)	Temperatura (°C)	Tempo (em minutos)	Temperatura (°C)
0 minutos	0°C	0 minutos	0°C
3 minutos	26°C	3 minutos	0°C
6 minutos	46°C	6 minutos	0°C
9 minutos	90°C	9 minutos	0°C
12 minutos	94°C	12 minutos	0°C
15 minutos	97°C	15 minutos	0°C
18 minutos	100°C	18 minutos	0°C
21 minutos	100°C	21 minutos	0°C

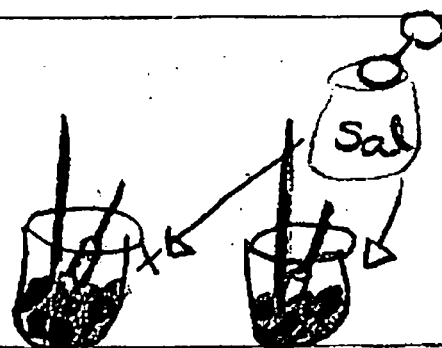
Explico o que aconteceu: Aconteceu que a temperatura
do termómetro e ficou sempre na
mesma.O que está a acontecer ao gelo do Goblet B? O gelo está a fundir
Começa a sair muito vapor do Kitasato aos 18 minutos.

Actividades Experimentais

Desenho da experiência:



Como se fez (2.ª parte): Por se
gelo em dois góbeles.
8 metemos tam-
bern um bocadi-
nha de sal e um
termómetro.



O que observei:

2.ª parte			
Registos para o Góbel com gelo		Registos para o tubo de ensaio	
Tempo (em minutos)	Temperatura (°C)	Tempo (em minutos)	Temperatura (°C)
0 minutos	0°C	0 minutos	32°C
2 minutos	0°C	2 minutos	5°C
3 minutos	-2°C	3 minutos	-1°C
5 minutos	-8°C	5 minutos	-1°C
7 minutos	-8°C	7 minutos	0°C
9 minutos	-10°C	9 minutos	0°C
11 minutos	-8°C	11 minutos	0°C
13 minutos	-8°C	13 minutos	0°C
15 minutos	0°C	15 minutos	0°C
17 minutos	0°C	17 minutos	0°C

Explico o que aconteceu (não me posso esquecer de utilizar as palavras-chave):

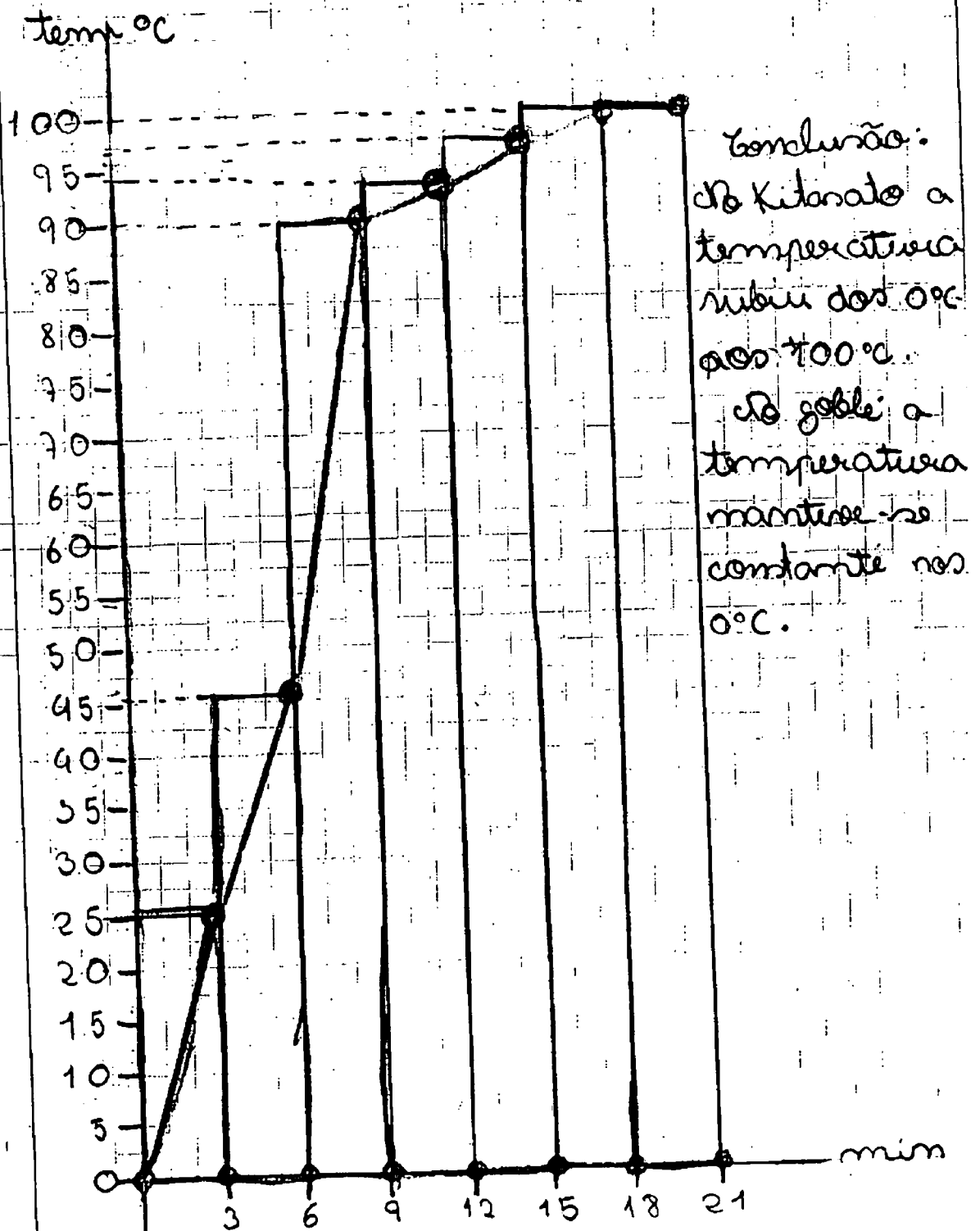
Utilizámos um termómetro para medir
a temperatura.
Quando pusemos o sal a temperatura
baixou e a água que estava dentro do
tubo de ensaio congelou.

Data: 16-10-2001 Nome: _____

Idade: 9

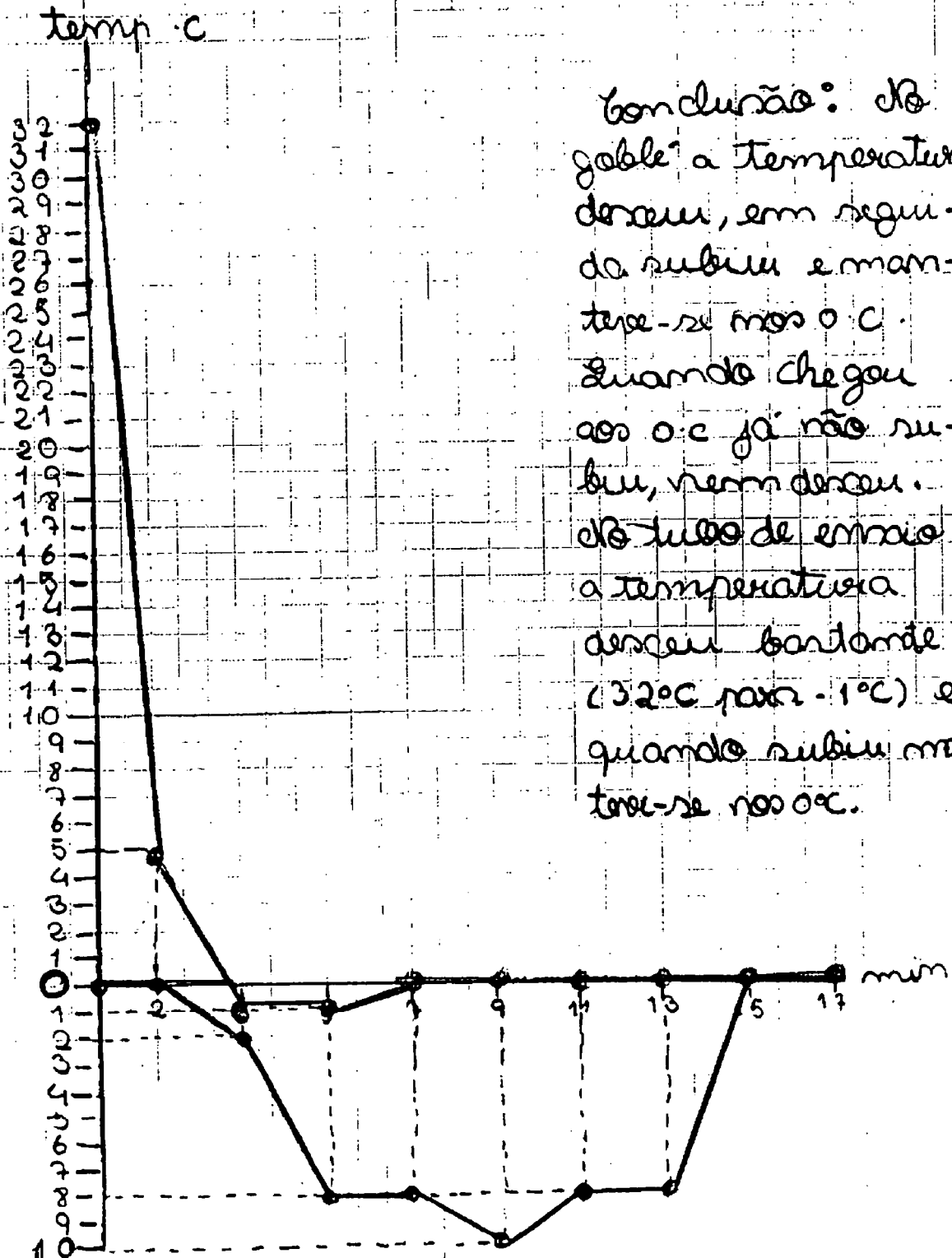
1ª parte

— temperatura no Kitano
 — temperatura no goble



2ª parte

— temperatura no goble
 — temperatura no tubo de ensaio



Conclusão: No goble a temperatura desceu, em seguida subiu e manteve-se nos 0°C. Quando chegou aos 0°C já não subiu, nem desceu. No tubo de ensaio a temperatura desceu bastante (32°C para -1°C) e quando subiu manteve-se nos 0°C.

**ANEXO 13 – Exemplos de Quadros de Categorias de Análise para a Actividade de
Dilatação do Ar (Corpos Casosos)**

QUADRO DE CATEGORIAS RELATIVAS À PREVISÃO

Conceito: Dilatação

Actividade: Previsão do aquecimento dos corpos gasosos (ar)

Situação: Um balão de Erlenmeyer está vedado com um balão de borracha. Está colocado em cima de uma rede, num tripé. Por baixo há uma lamparina. Prever o que vai acontecer ao ar quando aquecido.

Tabela 7 – Distribuição das previsões pelas categorias relativamente ao aquecimento de corpos gasosos (ar)

CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA CATEGORIA	INDICADORES	UNIDADES DE REGISTO	N.º DE RESPOSTAS
				TURMA A
A - Dilatação	Referência à dilatação ou termos que traduzam essa ideia ou referência ao efeito causado pela dilatação.	encher/ subir/ rebentar/ ficar cheio/ crescer/ enchendo;	o ar que o balão de vidro tem vai encher o balão de plástico.	A1
			o balão a subir.	A2, A18,
			o balão vai encher/ enchendo.	A3, A5, A6, A10, A15, A16, A17, A19 A20, A22,A23,
			/o balão vai rebentar.	A4, A13
			o balão vai ficar cheio.	A7
			o balão vai crescer no balão de vidro e vai começar a encher.	A8
			/vai encher e vai rebentar	A9, A24
			/o balão vai encher com o calor da lamparina através do balão de vidro.	A11
			O balão vai encher todo com ar.	A12
			Total: 22	
B - Estado térmico	Referência ao aquecimento	ficar muito quente/ ar quente/ o quente/ aquecer/ dar o calor;	/o balão de vidro vai ficar muito quente/	A15
			Com o ar quente/	A19, A6,A20
			/o balão de vidro vai aquecer e vai dar o calor/	A21
				Total: 5
D - Não pertencem às categorias anteriores.			O fumo vai fazer muita pressão	A4
			Total: 1	

EXCERTO DE QUADRO DE CATEGORIAS RELATIVAS À DESCRIÇÃO

Conceito: Dilatação

Actividade: Descrição da observação do aquecimento dos corpos gasosos (ar)

Tabela 8 – Distribuição da descrição da observação das duas turmas, pelas categorias relativamente ao aquecimento dos corpos gasosos

CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA SUB-CATEGORIA	INDICADORES	UNIDADES DE REGISTO	N.º DE RESPOSTAS	
					Turn a A	Turn a B
A - Objectiva ou próximo	Descrição dos processos e/ou resultados	A ₁ - Referência: ao acto de acender a lamparina e ao enchimento do balão de borracha; apagar a lamparina (podem referir ou não) e/ou descida do balão; colocar em gelo (podem referir ou não) e/ou contracção do balão (para dentro do balão de vidro).	acendeu/ acendeu-se a lamparina (...) balão a subir/ encheu; apagou a lamparina/ a tampa na lamparina; balão murchou/ foi esvaziando; depois/ com o gelo; (...) estava dentro/ foi para/ desceu; balão de vidro;	1.ª parte: acendeu a lamparina e o balão começou a subir. 2.ª parte: apagou a lamparina e o balão murchou. 3.ª parte: depois já estava lá dentro do balão de vidro 1.ª parte: acendeu-se a lamparina e o balão encheu. 2.ª parte: A professora pôs a tampa na lamparina e o balão murchou. 3.ª parte: O balão foi para baixo do balão de vidro. 1.ª parte: acendeu-se a lamparina e o balão de borracha encheu. 2.ª parte: o balão foi esvaziando. 3.ª parte: com o gelo o balão desceu do balão de vidro.	A2 A9 Total : 2	B22 Total : 1
		A ₂ - Referência a um dos processos (acto de acender ou apagar a lamparina e/ ou colocar em gelo) e todos os resultados subida, descida e contracção do balão (para dentro do balão de vidro).	encher/ encheu quando ligámos/ se acendeu a lamparina (...) começou a descer/ esvaziou-se/ murchou entrou/ tinha muito gelo e foi para dentro do balão de vidro;	1.ª parte: o balão começou a encher quando ligámos a lamparina. 2.ª parte: o balão começou a descer. 3.ª parte: o balão de borracha entrou no balão de vidro. 1.ª parte: o balão quando se acendeu a lamparina encheu. 2.ª parte: o balão esvaziou-se. 3.ª parte: o balão de borracha foi para dentro do balão de vidro. 1.ª parte: o balão encheu um pouco de ar. 2.ª parte: o balão murchou. 3.ª parte: tinha muito gelo e foi para dentro. 1.ª parte: observei que o ar que estava no balão de vidro encheu o balão de plástico ⁵⁰ . 2.ª parte: depois o balão de vidro ficou frio e o balão de borracha ficou murcha. 3.ª parte: o balão foi para dentro do balão de vidro. 1.ª parte: a professora tapou a lamparina e o balão esvaziou. 2.ª parte: o balão dilatou. 3.ª parte: o balão foi para dentro do balão de vidro.	 A22 A1 A18 Total : 3	B4 B10 Total : 2

⁵⁰ O aluno estava a referir-se ao balão de *borracha*.

Categorias e subcategorias de análise da interpretação da experiência

Tabela 9 – Distribuição das respostas dos alunos, das duas turmas, pelas categorias e subcategorias relativamente à interpretação do aquecimento dos corpos gasosos

CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA CATEGORIA	DEFINIÇÃO DA SUB CATEGORIA	INDICADORES	UNIDADES DE REGISTO	N.º DE RESPOSTAS	
					Turma A	Turma B
A – Relações de causa e efeito	Interpretação dos resultados da experiência estabelecendo relação de causa e efeito de uma forma explícita ou implícita, completa ou incompleta.	A1 – Completa Referência à dilatação e/ou contração do ar e à sua subida e/ou descida do balão como consequência do aquecimento e/ ou do arrefecimento	encher/ encheu / encheu-se/dilata/ dilatado/ dilatou/ ocupa mais volume/ ficou com muito volume; porque; quando; acendemos/ acendeu-se/ acendeu/ lamparina/ ar quente/ aqueceu-se/ aqueceu /aquecido/ O calor/ e ... descer/ se mexa/ subiu/ e quando está muito frio/ no gelo/ porque estava frio/ com o frio/ ar frio/ está muito frio/ ar arrefece/ arrefeceu/ esfriou; e o balão foi para dentro/ foi para baixo/ entrou/ baixou/ desceu/ foi puxado com a <u>força do frio</u> porque; ar contrai/ contrai-se/ diminuiu/ encolher/ Ocupou menor volume/ ocupar menos volume e desinchou/ desencheu/ esvaziou;	... o balão começou a encher porque tinha ar quente e começou a descer porque já não tinha tanto ar e quando está muito frio ele começa a encolher. ...lamparina acendeu-se e ... depois o ar ao ser dilatado ocupa mais volume e faz com que o balão se mexa. ... no gelo o ar arrefece e o balão foi para dentro porque <u>o ar puxou</u> o balão para dentro Quando ... aqueceu-se o balão de borracha encheu porque ... o fogo dilata o ar e o balão encheu e ocupou mais volume. ...no gelo o balão de borracha foi para dentro porque estava frio e o <u>ar estava a ir para baixo e levou o balão</u> para dentro do goblé. Ocupou menor volume. ... a lamparina o balão encheu-se. Porque: O calor dilatou o ar e porque: o balão de vidro ocupou mais volume ... porque o calor fez dilatar o balão de borracha. ... no gelo o balão esvaziou e entrou para dentro do balão de vidro porque não está aquecido e esfriou. ...acendeu-se a lamparina ...dilatou o ar ... ocupou mais volume e o balão encheu. ... no gelo o ar já não dilatava e então o balão foi para baixo ou diminuiu. ao acendermos a lamparina ... dilatou o seu ar para o balão de borracha. gelo o ar arrefeceu. E como o ar contrai ele vai para dentro. ... acendeu a lamparina o ar dilatou ... ocupar mais volume o balão encheu. ...no gelo o ar começou a ocupar menos volume e desinchou aqueceu ... o balão de borracha encheu ou seja quando acendeu-se a lamparina o ar dilatou e ocupou mais volume. ... no gelo o balão esvaziou porque o gelo arrefeceu o balão de vidro e o balão de borracha entrou para dentro do balão de vidro porque <u>o ar empurrou</u> (puxou) o balão.	A22	B1 B2 B6 B9 B14 B15 B22

ANEXO 14 – Artigo Publicado no Jornal Escolar

Numa outra experiência, tentámos recriar o fenómeno da precipitação. Para tal utilizámos um "Kitassato" com água, uma mangueira de borracha e uma placa térmica.

A água ao entrar em ebulição, passou ao estado gasoso e saiu pela mangueira de borracha sob a forma de vapor. Por sua vez, o vapor ao embater na placa térmica, arrefeceu e provocou o fenómeno da precipitação. Contudo, na sala, não fizemos chuva, mas sim uma enxurrada. A placa térmica caiu em cima do tubo de ensaio em que estávamos a recolher a água e este partiu-se, libertando a água contida no referido tubo.

Outro fenómeno abordado na sala foi o da solidificação da água sem recorrer a um congelador. Para tal, colocámos um pouco de água dentro de um tubo de ensaio que, por sua vez, foi inserido dentro de um "gobelé" que continha gelo misturado com sal. Colocámos um termómetro dentro do tubo de ensaio e verificámos, que a temperatura desceu para 14 graus negativos, provocando, deste modo, a solidificação da água que o tubo de ensaio continha.

Se despertámos a vossa curiosidade e quiserem saber mais, consultem-nos. Nós somos o 4º D.

Queremos também neste artigo, agradecer a colaboração da professora Paula Pires, e da nossa professora, que nos têm guiado neste Universo Científico.

4º D
20/11/2001